Handbuch der Mineralogie.

Handbuch

der

Mineralogie

von

Fr. Aug. Quenstedt,
Professor zu Tübingen.

Dritte verbesserte Auflage.

Mit vielen Holzschnitten.

Tübingen, 1877.
Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlung.

Druck von H. Laupp in Tübingen.

Vorrede.

Zur ersten Auflage. November 1854.

Nicht ohne Zögern habe ich mich an ein Werk gewagt, bei dessen Entwurf ich mir schon gestehen mußte, daß über einen in so vielen Lehr- und Handbüchern längst durcharbeiteten Stoff sonderlich Neues zu sagen, wenigstens unser in mineralogischer Hinsicht so karge Ausbeute lieferndes Schwabenland nicht der Ort sei. Dennoch bin ich als öffentlicher Lehrer der Mineralogie alljährlich berufen, mit der Entwickelung der Wissenschaft Schritt zu halten, und einer Anzahl zum Theil eifriger Zuhörer den Weg zur Sache zu zeigen, was bekanntlich gerade in der Gesteinskunde seine eigenthümliche Schwierigkeit hat, wenn man nicht ganz auf der Oberfläche bleiben will, wie leider heutiges Tages eine Reihe von Büchern es sich förmlich zur Aufgabe machen. Dazu kommt die übergroße Verschiedenheit der Methoden: so daß ich mich vergeblich nach einem Buche umsah, welches ich meinen Vorlesungen hätte zu Grunde legen können.

Ich selbst habe das Glück gehabt, den ersten mineralogischen Unterricht aus der lautersten Quelle zu schöpfen. Allein diese Quelle war nur den Zuhörern zugänglich, da es der Lehrer, wie einst Werner, stets ablehnte, etwas Zusammenhängendes über das ganze Gebiet durch den Druck zu veröffentlichen. Dieser Umstand hat wesentlich mit beigetragen, daß die scheinbar leichtere Methode von Mohs so schnellen Eingang fand: aber lasse ich auch gern der Concinnität des Ausdrucks, der Schärfe der Bestimmung und der Eleganz der Figuren alles Lob widerfahren, naturgemäß ist die Darstellung schon deshalb nicht, weil sie auf Umwegen schwieriger Symbole ohne alle Deduction an die Sache tritt, welche durch die Weiß'sche Methode so unmittelbar einleuchtet. Nun hat zwar Naumann gleich nach Mohs vieles Krystallographische zu verbessern und zu erleichtern gesucht, es bleibt aber hier auch immer noch versteckt, was unmittelbarer heraus gekehrt sein sollte.

Wir müssen daher einfach zu den Axenausdrücken, zur Zonenlehre und ihrer Deduction zurückkehren. Letztere zu übersehen, ist eine Projection nöthig, die öfter beigefügt wird, und woraus meist der Axenausdruck unmittelbar folgt. Diese Projèctionslehre ist vollständig dargestellt. Wer mehr darüber will, muß meine „Methode der Krystallographie" lesen, welche 1840 bei Osiander herausgekommen ist. Auch die Art mit der Projection zu rechnen wird auseinander gesetzt. Eine akademische Broschüre vom Jahr 1848 handelt darüber etwas weitläufiger, aber sie ist nicht in den Buchhandel gekommen. Neumann's Projectionsmethode ist nur kurz gegeben. Uebrigens halte ich es auch für verfehlt, wenn Miller in England darauf abermals eine Bezeichnungsweise gründete. Das gibt immer nur wieder neue Schwierigkeiten.

In diesem Kampfe der Ansichten ist mir der Muth gewachsen, mit Nachfolgendem hervorzutreten. Das Ziel, was ich mir in chemischer, physikalischer und mathematischer Rücksicht stellte, war folgendes:

1) Jedes Mineral muß mit dem geringsten Aufwande chemischer Versuche und zwar schnell, erkannt werden.

Wenn die Mineralogie überhaupt eine wissenschaftliche Disciplin sein soll, so darf sie sich nicht ganz in das Schlepptau der Chemie nehmen lassen. Sie muß möglichst selbstständig ihren Weg verfolgen. Auch darf das nackte Wissen um den Stoff nicht ihr höchstes Ziel sein, wenn gleichwohl es bei allen irdischen Dingen das letzte ist. Der Mineraloge hat daher nicht nur den Reichthum der Stoffe in der Natur schlechthin aufzuweisen, sondern vor Allem die Art der Anhäufung ins Auge zu fassen, und durch kurze chemische Diagnosen zu bestimmen: welche letztern im Verein mit den übrigen Kennzeichen meist ebenso wenig irre leiten, als die strengste chemische Analyse. Die Ausführung der Analyse selbst gehört nicht in das mineralogische Gebiet. Doch ist es umgekehrt ungründlich, wenn man zu ihr schreitet ohne die mineralogischen Hilfsmittel erschöpft zu haben. Das macht so viele Analysen gänzlich unbrauchbar.

2) Die physikalischen Kennzeichen sollen von geschärften Sinnen aufgenommen, höchstens durch kleine Experimente unterstützt, sogleich zur naturhistorischen Erkennung führen.

Wir dürfen es zwar nicht verschmähen, die genauesten Bestimmungen über Härte, Gewicht, optische, magnetische, elektrische &c. Eigenschaften, die der Physiker vom Fach oft mit dem größten Aufwand von Apparaten, mühsam herausbrachte, aufzunehmen, aber immer doch nur zu dem Zweck, um die Sinne dadurch zu schärfen, ein möglichst treues naturhistorisches Bild selbstständig auffassen zu lernen. Erst dadurch

wird die Mineralogie zur besten Lehrmeisterin für die Beobachtungskunst überhaupt. Sie ist die nothwendige Schule, in welcher sämmtliche unorganische Körper zum weiteren Experiment geistig vorbereitet werden, ja man sieht es selbst den tüchtigsten chemischen und physikalischen Versuchen nicht selten zu ihrem Nachtheil gar zu deutlich an, wenn diese Vorschule nicht durchgemacht ist. Dabei kommt es nicht auf ein minutiöses Mehr oder Weniger in dem Abwägen der Eigenschaften an, sondern vielmehr auf die ganze Art des Totaleindrucks. Die Eindrücke berühren uns aber nicht, wenn wir ihren Werth nicht vorher tüchtig würdigen gelernt haben: so kann der Schimmer an irgend einem Punkte des Krystalls, das Dunkel- oder Hellwerden bei der Wendung einer Fläche ꝛc. augenblicklich auf die richtige Spur leiten, während alle andern Hilfsmittel, wenn auch die Exactität ihrer Ausführung noch so glänzend erscheint, höchstens auf Umwegen dahin führen. Es ist wahrlich kein geringer Vortheil, sogleich beim bloßen Anschauen eines Körpers um die Möglichkeiten den engsten Kreis ziehen zu können. Aber das ist die Aufgabe der Mineralogie, die sie bereits mit vielem Glück gelöst hat.

3) Die krystallographischen Hilfsmittel dürfen gerade keine tieferen mathematischen Kenntnisse erfordern, die Zonenlehre und ein schnelles Winkelmessen mit dem Handgoniometer müssen in den meisten Fällen ausreichen.

Die Krystallographie könnte man eine verkörperte Mathematik nennen. Aber sie ist ohne Leben, wenn sie nicht über die verknöcherten Symbole hinausgeht, und zur Zonenlehre fortschreitet. Die Zonenlehre an der Hand der Projection gibt uns allein das tiefere Verständniß. Das ist eine so einfache Wahrheit, daß es verwundert, warum sie so lange um ihre allgemeine Anerkennung ringen muß. Es bedarf dabei nicht jener übermäßigen Genauigkeit im Winkelmessen, die vielen Arbeiten den Schein von Gründlichkeit gibt, sondern Augenmaß und Anschauung reichen hin, aber nur dann, wenn der Beobachter die für Manchen allerdings harte Uebungsschule einer gründlichen Projectionslehre durchgemacht hat. Die dadurch erworbene Fertigkeit im Erkennen der Krystalle ist der Segen, welcher die darauf verwendete Mühe reichlich lohnt. Und wenn überhaupt das Bewußtsein, eine Wissenschaft ergründet zu haben, den Geist erhebt und veredelt, so läuft hier noch ein praktisches Interesse neben her. Denn es wird mit jedem Jahre klarer, daß nicht blos der chemische Gehalt, sondern auch die krystallographische Form bei der Analyse der Stoffe eine wesentliche Rolle spielt.

Wie weit der Verfasser diesem Ziele nahe gekommen ist, hängt

nicht blos vom Urtheil der Sachkenner, sondern auch der Anfänger ab, welche dem Buche sich zuwenden, um dadurch in das weitläufige mit vielen Schwierigkeiten durchwobene Gebiet eingeführt zu werden. Gar Manches wird als Ferment wirken, was endlich zu der Einsicht führen dürfte, wie Noth es thue, daß wir uns über eine gemeinsame Sprache einigen, die auch dem ferner stehenden Naturforscher die Formenlehre genießbar mache. An Figuren, die öfter Copien bekannter Werke sind, ist nicht gespart. Doch fehlt es auch nicht an neuen, wobei mir einer meiner jüngern Freunde, Hr. Dr. Oppel behilflich war, dessen Talente im Wiedergeben von Formen ich schätzen gelernt habe. Bei der Darstellung wurde stets auf das Nützliche hingewiesen, und eine Form gewählt, die es dem Leser ermöglicht, wenigstens viele Capitel in laufender Rede zu genießen. Freilich kommen auch Punkte vor, die nicht ohne tieferes und wiederholtes Nachdenken selbst Kopfbrechen überwunden werden dürften: der Geübte wird sie hochschätzen, und dem Ungeübten bringen sie wenigstens keine Nachtheile, da zwischenhinein das Leichtere immer wieder ein Ganzes bildet.

Vorrede.

Zur zweiten Auflage. September 1862.

Nur selten gelangen bei uns wissenschaftliche Lehr- und Handbücher der Mineralogie von diesem Umfange zu einer zweiten Auflage. Mit der Gunst des Erfolges schwanden die Bedenken, welche bei dem ersten Unternehmen mich beunruhigten: ich kam einem Bedürfnisse entgegen, und dieses zu befriedigen, will ich nach Kräften mich weiter bemühen. Wie wahr die alten Worte »docendo discimus« seien, erkennt keiner mehr als der Schriftsteller, welcher zum zweiten Male an dasselbe Werk Hand anlegen soll. Er hat es nicht blos mit den neuen Fortschritten zu thun, die leider mehr in die Breite als in die Tiefe gehen, sondern es gibt auch das längst Bekannte und Durchforschte immer wieder neue Seiten kund. Wie manches erscheint wenn gleich nicht geradezu falsch, so doch bei weiterem Nachdenken in einem andern Lichte: es muß der Inhalt auf Kosten der Form geändert werden. Das gelingt nicht immer. Dennoch glaube ich im Ganzen dieses umgearbeitete Werk als extensiv reichhaltiger und intensiv besser den Freunden des Faches empfehlen zu dürfen. Die Bogenzahl stieg von 46 auf 51, und die Figuren wurden um 90 vermehrt. Nicht blos haben die optischen Eigenschaften wesentlich größere Berücksichtigung erfahren, sondern ich bin auch krystallographischen Erweiterungen gefolgt, soviel es der Umfang des Buches nur zuließ, wie Bergkrystall, Feldspath, Epidot rc. beweisen. Die chemischen Analysen wurden theilweis bis zum Spektroskop verfolgt; Geschichte, Geographie, Geognosie, Lithurgik rc. zu Hilfe genommen, wo es sich darum handelte, vollständigere Bilder zu entwerfen, und dem Leser zu zeigen, daß unsere Wissenschaft es nicht mit sterilen Formen, sondern mit einem reichen Inhalt zu thun habe, der unter den Gebildeten bei Jung und Alt zünden sollte.

Vorrede zur dritten Auflage.

Selbstverständlich wurde das Buch auch diesmal, da seit der zweiten Auflage 1862 volle 15 Jahre dazwischen liegen, wieder ansehnlich erweitert: der Text stieg von 51 auf 63 Bogen, und die Holzschnitte nahmen um 104 Nummern zu. Am schwierigsten ist bei den umfangreichen Fortschritten das richtige Maß einzuhalten, damit es für Anfänger nicht zu breit, und für Geübtere nicht zu knapp werde. Das Urtheil darüber überlasse ich gern dem nachsichtigen Leser, da ich abermals nach Kräften bestrebt war, den Rahmen des Bildes ganz im Sinne der frühern Auflagen zu erweitern, und möglichst viel des Neuen hineinzuweben, was Mikroskopiker, Chemiker, Physiker, Krystallographen, Geologen und andere mehr praktische Forscher mit rühmlichem Eifer ans Licht förderten. Mußte ich auch bezüglich der Namen, die zuletzt noch alles zu überwuchern und dabei manches gute Alte wieder zu ersticken drohen, vorsichtige Auswahl treffen, so zeigt doch das 18 enggedruckte Seiten umfassende Register, über welche Menge von Worten man Aufklärung erwarten darf.

Ohnehin ist bei den beschreibenden Naturwissenschaften jetzt keiner mehr im Stande, **Alles** gleichmäßig zu umfassen, wir müssen uns vielmehr in das Wesen zu vertiefen suchen, und die Menge als unwichtigeres Beiwerk nebenher spielen lassen. Jene glücklichen Zeiten, wo ein Werner bei seinem Tode mit „317 wohlbegründeten Arten" die Oryctognosie abschließen konnte, und die ins Leben einzuführen der Lehrer noch vermochte, sind längst vorüber. Jetzt würde man mit der zehnfachen Zahl schon deshalb nicht zu Stande kommen, weil Sammlungen, die alles das enthielten, wohl kaum gefunden werden.

Tübingen im April 1877.

Quenstedt.

Geschichte der Mineralogie.

Das Wort **Mineral** kommt von mina Schacht, aus der Wurzel des Mittellateinischen „menare betreiben“ (Diez, etym. Wörterbuch der romanischen Sprachen 1853, pag. 229). Nach Agricola (de ortu et causis Subterraneorum lib. IV. 514) nannte schon Avicenna jene verborgene Kraft, welche die Dinge in der Erde versteinert, Grubenkraft (vim externo vocabulo mineralem nominat), und bald darauf um die Mitte des 11ten Jahrhunderts soll der englische Mönch Joh. de Garlandia ein liber de mineralibus geschrieben haben (Pfaff, Grundriß der Mineralogie 1860, pag. 1). Die Alten liebten die Steine als Schmucksachen, welche besonders von den Aegyptiern verfertigt wurden. Schon das Gewand des Hohenpriesters schmückten 12 Edelsteine, 2. Mos. 28, 17 u. 39, 10. Zwar nennt Homer außer Bernstein (ἤλεκτρον Odyss. 18. 295) keine Namen, allein die schlauen Phönicier brachten den Griechen „tausenderlei Spielzeug“ (Odyss. 15. 416) aus den fernsten Gegenden, worunter auch Steine waren (Krause, Pyrgoteles oder die edlen Steine der Alten 1856, pag. 3). Gar merkwürdig ist ein altes dem Priester Onomakritos (500 v. Chr.) zugeschriebenes Gedicht Ὀρφεὺς περὶ λίθων, worin die Gemmen als Talismane (ἀλεξιφάρμακα) besungen werden. Es beginnt mit dem „strahlenden Krystall“, durch den die Sonne dürres Holz zu einem heiligen Feuer entflamme. Zu Homers Zeit bedeutete κρύσταλλος (Odyss. 14. 477) noch Eis, was jetzt passend auf Quarz übergetragen wird (Dr. Marx, Geschichte der Krystallkunde 1825). Außerdem lernen wir noch eine Menge Namen wie Opal, Jaspis, Topas, Achat, Obsidian, Gagat, Magnet ꝛc. zum ersten Male kennen. Herodot (II, 44; III, 128) erzählt uns bereits von Smaragden, Plato vom Diamant (ἀδάμας), der ihm ein „Goldknoten“ (χρυσοῦ ὄζος) war, worin sich das edelste aller Metalle gleichsam verdichtet hatte. Aber erst Aristoteles (384—322) gab eine bündige Eintheilung:

ὀρυκτά Steine und μεταλλευτά Erze,

jene durch feuchten Dunst, diese durch trockenen Rauch entstanden (Meteorologica 3. 7). Agricola (de natura foss. pag. 574) wußte das schon einfach zu erklären: ὀρυκτὰ nominavit, quod qui velint his rebus uti, satis habent eas fodisse; materias vero metallicas μεταλλευτὰ, quod eas praeteria excoquere sit necesse. Das Wort ὀρυκτά (fossilia) gab seit Werner den geläufigen Ausdruck für die Wissenschaft: **Oryctognosie.** Gleich nach Aristoteles schrieb sein Schüler Theophrast (310—225 v.

Chr.) ein besonderes kleines Buch περὶ τῶν λίθων, worin man viele Namen aus der Beschreibung wieder erkennt, wie Gyps, Obsidian, Sapphir (Lasurstein) ꝛc. Welche unvollkommene Vorstellung die Alten über Bildung der Minerale hatten, beweist am besten der Bergkrystall. Schon 30 v. Chr. Geb. behauptet Diodorus Siculus (II, 52. pag. 163. Wess.) von den Krystallen Arabiens, sie beständen aus reinem Wasser, das nicht durch Kälte, sondern durch die Kraft eines göttlichen Feuers fest geworden sei. Auch Seneca (Quaest. nat. 3. 25) meinte, daß der Krystall aus Eis entstehe: wenn nämlich das himmlische Wasser frei von allen erdigen Theilen erhärte, so werde es durch die Hartnäckigkeit längerer Kälte immer dichter, bis es endlich nach Ausschluß aller Luft gänzlich in sich zusammengepreßt, und was vorher Feuchtigkeit war, in Stein verwandelt sei. Plinius der ältere († 79 n. Chr.), welcher seine Bücher (hist. nat. lib. 33—37) im Jahr 77 schloß, hob sogar schon einzelne Krystallformen etwas schärfer hervor, doch sind seine Mineralbeschreibungen so unvollkommen, daß wir nur wenige mit Sicherheit deuten können. Der Namen aber wurden uns viele überliefert und in unsern Compendien aufs Neue verwendet.

Nun trat eine große Lücke ein. Zwar theilte der Arabische Arzt Avicenna (980—1036) die Minerale in 4 Klassen: Steine, brennliche Fossilien, Salze und Metalle. Abul-Rihan Albirouny bestimmte sogar um jene Zeit viele specifische Gewichte auffallend genau (Poggendorfs Ann. 107. 352). Allein es waren Gelehrte, die nicht im Boden der Erfahrung wurzelten. Diese mußte erst auf mühsamere Weise gewonnen werden. Der deutsche Bergbau brach dazu die Bahn.

Nach Keferstein (Geschichte und Literatur der Geognosie. Halle 1840) beginnt schon im 6ten Jahrhundert ein reger Bergbau der Slaven und Wenden in Böhmen und Mähren; 920 wurde der Kupferschiefer bei Frankenberg in Hessen, 935 der Erzstock des Rammelsberges bei Goslar, im 12ten Jahrhundert das Erzgebirge von Sachsen entdeckt. Ohne mineralogische Kenntniß konnte ein solcher ausgedehnter Bergbau gar nicht stattfinden, allein die Bergleute schrieben nichts nieder, sie waren „Männer vom Leder, und nicht von der Feder". Wenn auch einiges den Gelehrten zu Ohren und Augen kam, wie dem Schwaben Albertus Magnus (1193—1280), der 5 Bücher de mineralibus et rebus metallicis schrieb, so sahen sie es doch immer im Spiegel alter Autoren. Das älteste deutsch geschriebene Werk über Naturgeschichte verfaßte Konrad von Megenberg (1309—1374), unter dem Titel „das Buch der Natur" 1350 (editio Pfeiffer), allein trotz seiner vielen Auflagen fiel darin die Mineralbeschreibung nur sehr mager aus.

Erst das Bergbüchlein, ebenfalls deutsch geschrieben, schöpfte aus der reinen Quelle praktischer Erfahrung. **Basilius Valentin**, den man weiter nicht kennt, soll der Verfasser sein, aber wahrscheinlich haben mehrere daran gearbeitet. Doch waren es jedenfalls nicht classisch gebildete Bergleute, die etwa um das Jahr 1500 niederschrieben, was bis dahin die Erfahrung gelehrt hatte. Neue, dem Alterthum unbekannte Namen, wie

Quarz, Spath, Schiefer, Kies ꝛc. treten uns hier zum ersten Male entgegen, die wir dann wieder bei **Georg Agricola** (1490—1555) de natura fossilium 1546 beschrieben finden. Dieser war Arzt zu Joachimsthal und Chemnitz, wo er von Bergwerken rings umgeben reiche Kenntnisse sammeln konnte, welche ihn beim Deuten alter Autoren leiteten. Werner nennt ihn den „Vater aller metallurgischen Wissenschaften", der allerdings schon mit Gestalt, Blättrigkeit, Härte, Schwere, Farbe, Glanz ꝛc. der Minerale in einer Weise beschäftigt war, wie vor ihm keiner. Johann **Kenntmann** zu Torgau (1518—1568) heißt der erste Sammler in Deutschland, wozu wahrscheinlich die Eislebischen Bergwerke veranlaßten. Auch Encelius de re metallica 1551 ist schon vortrefflich. Conrad **Gesner** de rerum fossilium figuris Zürich 1565 liefert uns die ersten Abbildungen. Im 17ten Jahrhundert geschah zwar nicht sonderlich viel, doch verlor sich der erwachte Sinn für das Fach nicht wieder. Boetius de Boot schreibt eine Gemmarum et Lapidum historia 1609, leitet die Form der Krystalle von beigemischten Salzen ab, und sucht schon auf geometrischem Wege die Sechseckigkeit des Quarzes zu erklären. **Keppler** (Harmonices mundi libri V und de Nive 1619) suchte die gewachsenen Formen aus den Platonischen Körpern zu erklären. Besonderes Aufsehen erregte der Doppelspath, welchen der Däne Erasmus **Bartholin** (Experimenta Crystalli islandici disdiaclastici 1670) auf Island entdeckte, durch seine doppelten Bilder. Bartholin bestimmte die ebenen Winkel der Rhomboeder-Flächen durch Messung zu 101° und 79°, und fand die Kante durch Rechnung 103° 40'. Schon früher hatte er eine Abhandlung de figura nivis 1661 geschrieben, worin die Meinung des Cartesius vertheidigt wird: die Schneesterne entständen dadurch, daß sechs Wasserbläschen genau ein siebentes central gelagertes umgäben. Die Formen wurden von nun an Gegenstand gründlichern Nachdenkens. Der berühmte **Huygens** († 1695) maß die Doppelspathkante schon sehr genau auf 105°, und suchte den blättrigen Bruch zu erklären. **Boyle** († 1691) wies den blättrigen Bruch noch bei vielen andern Krystallen nach, und war einer der ersten, der den Grund zum heutigen Chemismus legte (Kopp, Ueber die Verschiedenheit der Materie. Akad. Rede 1860. 10). Der Däne **Steno**, welcher in Italien lebte, hat durch sein Werk de solido intra solidum naturaliter contento 1669 Epoche gemacht. Er spricht beim Bergkrystall nicht blos von 6seitigen Säulen und 6seitigen Pyramiden an den Enden, sondern behauptet auch, daß trotz der Verziehung der einzelnen Theile eine Constanz der Winkel stattfinde (non mutatis angulis). Er zeigt weiter, daß man durch Abstumpfen eines Würfels sämmtliche Flächen des Eisenglanzes ableiten könne, und weist die dreifache Streifung der Würfelflächen am Schwefelkies nach ꝛc. (Grundriß der Krystallographie pag. 3). So eilen einzelne Männer ihrer Zeit voraus! In der ersten Hälfte des 18ten Jahrhunderts machte besonders **Henkel's** Pyritologia oder Kieß-Historie 1725 Aufsehen. Vielfache Erfahrungen hatten den praktischen Bergmann gelehrt, daß die Steine aus Wasser entstünden, die Metalle aber, und darunter besonders der Kieß („Hans in allen

Gassen" l. c. pag. 733), aus erzführenden Dünsten. Allein es fehlt dem Werke wesentlich an systematischer Ordnung, ein Mangel, der auch bei Schröter (Vollständige Einleitung in die Kenntniß und Geschichte der Steine und Versteinerungen 1774) noch zu rügen ist, obgleich hierin vieles, was die Vorgänger über Steine wußten, in einer anziehenden Weise zusammengestellt wurde.

Erst in der Mitte des vorigen Jahrhunderts liegen die Keime derjenigen drei Richtungen, die noch heute neben einander fortlaufen. Die **krystallographische** ist unter ihnen die älteste und naturgemäßeste. Zwar muß man ihre Anfänge in das 17te Jahrhundert setzen, wo besonders der Arzt Guglielmini in Bologna (de salibus dissertatio epistolaris 1707) sich hervorthat, doch war der berühmte **Linné** (1707—1778) der erste, welcher die Krystalle mit Erfolg zum Eintheilungsgrunde nahm, das ist für jene Zeit kein geringer Ruhm, Systema naturae sive tria regna 1735, Imper. fol. Befangen in der alten Vorstellung, daß die Salze Krystallbildner seien, nannte er sie geradezu Väter, welche in den Gebirgsarten (Müttern) die Krystalle erzeugten. Er wählte nun unter den künstlichen Salzen einige Hauptformen heraus: *Muria* Kochsalz zeigte ihm Würfel, deshalb setzte er die Würfel des Flußspathes dahin; Alumen Alaun Oktaeder, daher ward Diamant zum Alumen adamas, aber auch der oktaedrische Flußspath Alumen! Nitrum Salpeter zeigte eine sechsseitige Säule, und freudig meinte er jetzt den verzweifelten Ausruf Henkel's »o Silex! Silex! quis te generavit?« sicher beantworten zu können, »figuram obtinet ipsissimam verissimamque Nitri!« Alles das ließ er sich behufs der Demonstration in Holz schneiden, und wurde so der Erfinder unserer Krystallmodelle. Dabei unterschied er im großen Mineralreiche passend drei Klassen:

Petrae (Felsen), Minerae (Minerale), Fossilia (Versteinerungen).

Jedenfalls wurde **Romé de Lisle** (Essai de Cristallographie 1772, p. XII) durch solch originelle Betrachtungsweise auf die Wichtigkeit der Krystalle geleitet. Dieser anspruchslose Mann brachte sich bald in den Besitz der reichsten Krystallsammlung, welche damals existirte. Er bestätigte die Beständigkeit der Winkel, unterschied auch Grundformen von den abgeleiteten, und als der Künstler Carangeot die Figuren in Thon und Holz ihm modelliren wollte, verfiel dieser alsbald auf das Anlegegoniometer, weil ohne Winkelmaß die Modelle nicht richtig wurden. Welch gewaltige Fortschritte Lisle machte, zeigt seine Cristallographie ou description de formes propres à tous les corps du règne minéral 1783. Aber um diese Zeit kam

René Just Hauy, geb. 1743 zu St. Just in der Picardie, † 1. Juni 1822 zu Paris, einer der größten Naturforscher seiner Zeit, der alle Mineralogen neben sich verdunkelte. Sein Essai d'une théorie sur la structure des Cristaux erschien 1784 unter dem Privilegium der Akademie. Schon der schwedische Chemiker Torbern Bergman († 1784) hatte gefunden (Act. Upsal. 1773 Vol. I, 154), daß man aus allen Kalkspathkrystallen eine Primitivform (forma primitiva) herausschälen könne, und leitete durch

Aufschichtung dann die andern Flächen ab. Ohne davon zu wissen, kam Hauy auf die gleiche Idee. Als er eines Tages bei Defrance eine Kalkspathdruse besichtigte, brach eine reguläre sechsseitige Säule mit Gradendfläche ab. Diese zeigte in einer Endkante einen Blätterbruch (poli de la Nature), und Hauy brachte durch Versuche zu Hause glücklich ein Rhomboeder heraus (Essai pag. 10). Jetzt lag der Gedanke nahe, daß durch Aufschichtung kleiner Rhomboederchen auf die Flächen der Kerngestalt andere Formen abgeleitet werden könnten. So verfiel er auf das Gesetz der Decrescenzen und alle die glänzenden Entdeckungen, welche seinen Namen verewigt haben. Nun konnten die Winkel nicht blos mit dem Anlegegoniometer gemessen, sondern auch berechnet werden, und diese Rechnungen führte er so scharfsinnig durch, daß in seinem Traité de mineralogie 1801 die Krystallographie ihrem Inhalte nach als eine fest abgeschlossene Wissenschaft dasteht, wenn auch ihre Form in Deutschland später ein ganz anderes Gewand bekam. Freilich waren nur talentvolle mathematische Köpfe befähigt, sie zu lesen, aber diese legen noch heute das Buch nicht ohne Verwunderung aus den Händen. Daraus läßt sich allein erklären, warum die Franzosen bis heute die Methode nicht ganz verlassen haben. Die 2te Auflage 1822 blieb schon gegen ihre Zeit zurück.

Die **chemische** Richtung ging ebenfalls von Schweden aus. Schon Wallerius (Mineral-Riket 1747) stellt die Stoffe an die Spitze, vor allem aber brach Axel von **Cronstedt** (1722—1765) Berghauptmann in Stockholm die Bahn. Sein »Försök til Mineralogie« erschien 1758. Hier wurde das Löthrohr, wovon Bartholinus schon Kenntniß hatte, zuerst angewendet, aber nicht genannt; doch beschreibt es Engström 1765 in der englischen Uebersetzung. Von da an kam es dann durch Bergman und Jahn in den weitesten Gebrauch. Cronstedt stellte jeder Klasse und Ordnung die chemischen Kennzeichen voran, überhaupt zeichnet sich sein Büchelchen so vortheilhaft durch Kürze und Schärfe aus, daß er sich „weit über sein Zeitalter erhob." Der berühmte **Bergman**, „das Orakel unserer modernen Chemiker", schrieb selbst eine Sciagraphia regni mineralis, secundum principia proxima digesti 1782, die, in verschiedene Sprachen übersetzt, als das erste vollständige chemische System angesehen wird. Freilich könnte man das kleine Büchelchen, das auf den Wunsch Ferber's gedruckt wurde, eher eine Chemie nennen. Nachdem ferner durch Vauquelin und Klaproth (Beiträge zur chemischen Kenntniß der Mineralkörper. 6. Bd. 1795—1815) eine Menge trefflicher Analysen gewonnen waren, trat die Wichtigkeit der Chemie für Mineralogie in immer helleres Licht.

Den **naturhistorischen** Weg, gegen dessen Popularität die beiden genannten weit zurückblieben, eröffnete Abraham Gottlob **Werner**, 25. September 1750 zu Wehrau in der Oberlausitz geboren, 30. Juni 1817 zu Dresden gestorben (Lebensbeschreibung A. G. Werner's von Dr. Frisch 1825). Gleich seine erste kleine Schrift „von den äußerlichen Kennzeichen der Fossilien" 1774 zeigt die Größe des aufgehenden Sternes. Welche Klarheit und Bestimmtheit im Ausdruck, und welch feiner Sinn für Auffassung der

Kennzeichen, verbunden mit logischer Ordnung! Die Kennzeichen selbst werden in vier Abtheilungen gebracht: äußere, innere, physikalische und empirische, darunter spielen aber die äußern, welche „zu ihrer Aufsuchung nur allein unsere Sinne nöthig haben", die Hauptrolle. Denn ein Messer, Feuerstahl und Feile zur Prüfung der Härte, ein Magnet, ein Vergrößerungsglas und ein Fläschchen mit Scheidewasser bildeten sein mineralogisches Besteck. „Will man dazu noch ein Löthröhrgen thun, um damit in der Geschwindigkeit einige kleine Feuerversuche mit Fossilien anstellen zu können, so ist man zum Ueberfluß versehen." Farbe ist das erste, was in die Sinne fällt, Zusammenhang (cohaesio) das zweite: hier wird dann auch der regelmäßigen Gestalten oder Krystallisationen gedacht, sie werden treulich und oft sehr naturgemäß beschrieben, doch war Werner nicht Mathematiker und konnte daher auch zur tiefern Formkenntniß nur wenig beitragen, dagegen wird Glanz, Bruch, Strich, Härte, Klang 2c. in der besten Weise hervorgehoben. Auch das Anfühlen, die Kälte, Schwere, selbst der Geruch und Geschmack müssen zur Vervollständigung des Bildes beitragen. Ostern 1775 bekam er schon einen Ruf als Lehrer der Mineralogie und Bergbaukunst an die Bergakademie von Freiberg, wo er 42 Jahre mit einem Erfolg wirkte, wie sich nur Wenige rühmen können. Anfangs wurden Mineralogie und Bergbaukunst bei den Vorträgen vereinigt gelassen, doch schon im nächsten Jahre trat das Bedürfniß der Trennung ein. Etwa um 1779 schied er auch die Gebirgslehre, welche er in einer erweiterten Form zum ersten Male 1785 unter dem Namen Geognosie las, während schon 1780 die Mineralogie in ihrer Abgrenzung gegen die Gebirgslehre vorgetragen wurde. Leider hat Werner wenig geschrieben, bei seinen Vorlesungen legte er Cronstedt's Försök til Mineralogie zu Grunde, von der er 1780 den ersten Theil des ersten Bandes übersetzt und vermehrt herausgab. Sein vollständiges System schrieb zuerst Emmerling (Lehrbuch der Mineralogie 1793), aber gegen seinen Willen, später mit seinem Willen Hoffmann (Handbuch der Mineralogie 1811—13, fortgesetzt von Breithaupt 1815—17). Am Ende des 4ten Bandes findet sich „Werner's letztes Mineralsystem" 1817, das sich nach seinem Tode unter seinen Schriften fand. Es enthält 317 meist wohl begründete Arten. Auf den Schultern dieses berühmten Lehrers erhoben sich die Mineralogen unseres Jahrhunderts. Sein „vorzüglichster Schüler" war

Christian Samuel **Weiß**, geboren 26. Febr. 1780 zu Leipzig, also in demselben Jahre, wo zum ersten Mal auf einem deutschen Lehrstuhle die Mineralogie in ihrem selbstständigen Inhalte vorgetragen wurde. Gestorben 1ten Oktober 1856 zu Eger in Böhmen. Er ging bald über Werner hinaus und Hauy zog ihn an, den er in Paris frühzeitig aufsuchte, dessen Lehrbuch über Physik und Mineralogie er übersetzte und mit Anmerkungen versah. Uns interessirt hauptsächlich das „Lehrbuch der Mineralogie vom Bürger Hauy in 4 Bänden 1804—1810", woran Karsten nur anfangs Theil hatte. Eine merkwürdige Abhandlung über die „dynamische Ansicht der Krystallisation" finden wir I. pag. 365. Weiß po=

lemisirt hier gegen die atomistische Lehre Hauy's, und weist nach, daß nicht blos den Flächen der Kerngestalt Blätterbrüche parallel gehen, sondern daß auch den secundären ein versteckter Durchgang der Blätter entspreche, daß mit einem Worte die Blätterbrüche das ganze Innere des Krystalls beherrschen. Sie hiengen von gewissen „Krystallisationsrichtungen" ab, welche im Innern des Krystalls wirken. Der Feldspath (Hauy Mineral. II, 711) wurde bereits 1804 in seiner naturgemäßen Stellung erkannt, und der Zusammenhang seiner Flächen nach Zonen gruppirt! Ja bei dem schon damals richtig gedeuteten Epidot (III, 141) steht klar ausgesprochen, daß durch das Fallen einer Fläche in zwei Zonen ihre Lage geometrisch bestimmt sei (1806). Hierin liegen offenbar die Keime für die spätere Deductionslehre. 1808 zum ordentlichen Professor der Physik nach Leipzig berufen, wird bereits in einer lateinischen Dissertation, de indagando formarum crystallinarum charactere geometrico principale 1809, die neue Anordnung der Krystalle auseinander gesetzt. Wir finden nicht nur die Bedeutung der Axen hervorgehoben: axis vero linea est omnis figurae dominatrix, circa quam omnia aequabiliter sunt disposita. Eam omnia spectant, eaque quasi communi vinculo et communi inter se contactu tenentur, sondern das ganze System in seinen Grundzügen angedeutet; die Hauy'schen Primitivformen werden auf das reguläre Oktaeder, Rhomboeder und Dihexaeder, Quadrat- und Oblongoktaeder zurückgeführt, nur Feldspath, Epidot, Gyps 2c. nicht untergebracht, sondern auf eine spätere Behandlung verwiesen, als zu den genannten vier Systemen nicht gehörig. Schon durch Cabinetsordre vom 6ten September 1810 wurde Weiß auf lebhaftes Andringen von L. v. Buch an die neu errichtete Universität Berlin gerufen, wo er 46 Jahre als geliebter Lehrer wirkte. Den Eintritt in die Akademie der Wissenschaften 1815 feierte er mit dem Abschluß seines Systems „übersichtliche Darstellung der verschiedenen natürlichen Abtheilungen der Krystallsysteme": 1) reguläres, 2) viergliedriges, 3) zweiundzweigliedriges, 4) zweiundeingliedriges, 5) einundeingliedriges, 6) sechsgliedriges nebst dreiunddreigliedrigem System werden unterschieden, und beim regulären das Tetraedrische und Pentagondodekaedrische hervorgehoben. Damit war der wundervolle Bau der Krystalle in seinen Grundgesetzen erkannt. Eine Reihe monographischer Abhandlungen, welche nun alljährlich in jenen akad. Schriften folgten, haben uns mit den tiefern Verhältnissen bekannt gemacht. Prof. **Neumann** in Königsberg (Beiträge zur Krystallonomie 1823) trat in die Fußtapfen seines Lehrers und zeigte, wie man die Zonen und Richtungen in einem Bilde durch eine besondere Art von Projektion deutlich machen könne. Wie großen Werth der Lehrer selbst auf solche Darstellung legte, dieß zeigen seine Arbeiten seit dem Jahre 1834, wo durch eine Projektionsfigur der Abhandlung stets ihre letzte Vollendung gegeben wird. Es ist dieß der einzige wahre Weg zur Erkenntniß der Sache. Das wird man um so mehr erkennen, je mehr wahre mineralogische Bildung überhaupt Wurzel schlägt. Ein scharfsinniger Vorgänger und Zeitgenosse war Medi-

cinalrath **Bernhardi** in Erfurt (Gehlen, Journal Chem. Phys. Min. 1807 IV. 280, V. 185, 492, 626), der uns schon sehr klare Ansichten über Systematik entwickelte, aber nicht von Axen sondern Kantenschnitten ausging. Er sprach sogar von Senkrechten aus dem Krystallmittelpunkt auf die Flächen gefällt (Gehlen, Journ. 1808 VIII. 378), eine Idee, die Neumann später ausführte. J. G. Graßmann (Zur physischen Krystallonomie 1829) ging mit merkwürdiger Originalität von der Combinationslehre aus, die dann in Miller (Treatise on Crystallography 1839) einen so eifrigen Nachfolger fand, daß die Kürze und Eleganz der Darstellung namentlich von Physikern bevorzugt wird.

Während so die mathematische Richtung zum Abschluß kam, waren die **Chemiker** überaus thätig, auch ihrerseits das Nöthige beizutragen. Genaue Untersuchungen lehrten, daß die Stoffe nach bestimmten Aequivalentzahlen sich untereinander verbinden, **Berzelius** führte daher geradezu für jedes Element ein Symbol ein. So konnte dann die Zusammensetzung eines Minerals durch eine chemische Formel ausgedrückt werden. Diese Formeln werden freilich vielfach mißbraucht, daß aber im Ganzen die Sache dadurch gefördert wurde und wird, wer wollte das läugnen. Berzelius (Journ. Chem. et Phys. Bd. XV) selbst stellte schon im Jahre 1815 ein vollständiges chemisches Mineralsystem nach seinem electro-chemischen Princip auf, freilich auf Kosten aller naturhistorischen Verwandtschaften. Dem Chemiker, welcher die Minerale blos der Stoffkenntniß wegen studirt, mag eine solche Zusammenstellung willkommen sein, der Mineralog sehnt sich aber immer wieder nach einem naturhistorischen Bande. Auch sind die Chemiker trotz ihres festen Princips unter sich ebensowenig einig geworden als die Naturhistoriker. Eines der letzten stammt von Gustav **Rose** (1798—1873), der sich immer mit Vorliebe der chemischen Richtung zuwendete, worin er so viel geleistet hat. „Das krystallo-chemische Mineralsystem 1852" beginnt mit den einfachen Körpern und schließt mit den Sulphaten. Die chemischen Formeln gewannen sehr an Einfachheit, seit Prof. Fuchs darauf aufmerksam machte (Schweigger's Journ. für Chem. 1815 XV, 382), daß gewisse Stoffe andere vertreten könnten. Daraus entstand dann der Isomorphismus von Prof. **Mitscherlich** (Abh. der Berl. Akad. 1818, 428). Nimmt man dazu noch die Fortschritte, welche „durch die Anwendung des Löthrohrs in der Chemie und Mineralogie (1ste Aufl. 1821, vierte 1844)" von Berzelius gemacht sind, so kann man sich nicht wundern, daß über die Mineralanalysen allein umfangreiche Werke erscheinen, wie das Handwörterbuch des chemischen Theils der Mineralogie von **Rammelsberg** 1841, mit 5 Supplementen 1843—1853, die in seinem Handbuch der Mineralchemie 1860 in systematischer Anordnung erscheinen. Eine neuere chemische Schule gab den Formeln zwar in großer Eile wieder eine andere Gestalt, aber in der Sache hat sich dabei wenig geändert. Demungeachtet darf der Mineraloge vom Fach, wenn er seinen Blick nicht trüben will, die Chemie nur als Helferin betrachten, die ihm beispringt, wenn seine andern Mittel nicht mehr ausreichen. Endlich ist auch

die naturhistorische Richtung schärfer ausgebildet, insonders von solchen, die weder mit chemischen noch mathematischen Kenntnissen ausgerüstet den populärsten Mittelweg suchten. Vor allem war es **Mohs**, dessen Talent in dieser Beziehung Bahn brach, der aber leider auch auf Nebendinge ein ungebührliches Gewicht legte. Schüler und Nachfolger Werner's, lieferte er schon 1804 „van der Null's Mineralienkabinet, geordnet und beschrieben" in 3 Bänden, hielt sich darin aber durchaus auf dem Werner'schen Standpunkte. Wichtiger „die Charakteristik des naturhistorischen Mineralsystems. Dresden 1820 (2te Aufl. 1821)", und besonders der „Grundriß der Mineralogie. 2 Bde. 1822—24", von Haidinger ins Englische übersetzt (Treatise on Mineralogie 1825), woran die Krystallzeichnungen namentliches Verdienst haben. Mohs vernachläßigte das Chemische gänzlich und hielt sich blos an äußere Kennzeichen, stellte unter andern eine Härtescala auf, faßte bei den Krystallen Grundformen heraus, legte Gewicht auf die Reihen der stumpfern und schärfern Körper, die in seiner Bezeichnung eine Hauptrolle spielen. Doch ist sein Krystallsystem ganz dem von Weiß, oder wenn man will dem von Bernhardi entnommen (Edinb. phil. Journ. 1823 VIII pag. 103 u. 275), und es hätte daher des bittern Streites über die Priorität nicht bedurft. Dabei schloß er sich den schärfern Messungen an, welche seit der Erfindung des Reflexionsgoniometer durch Wollaston 1809 möglich wurden. Bei den Messungen war ihm besonders Haidinger behülflich, und es stellte sich heraus, daß die zweiundeingliedrigen und eingliedrigen Systeme schiefwinklige Axen haben müßten, die Mohs zuerst (Schweigger Journal 1823 VII. 285) anführte. Allein schon Kupfer (Pogg. Ann. 1826 Band 8 pag. 75) zeigte, daß man die „Abweichung" vom rechten Winkel öfter meiden könne, und jedenfalls verdienen wenigstens die Axen, welche sich den rechten möglichst nähern, vor den willkührlich schief angenommenen den Vorzug. Denn die Einfachheit der Axenausdrücke kann in solchen Fällen doch nicht allein entscheiden, sonst könnte man unter Umständen den allerschiefsten Stellungen den Vorzug geben wollen, wie die Zonenlehre beweist. **Haidinger** 1795 bis 1871, der berühmteste Schüler von Mohs, wandte sich mit Vorliebe und großem Glück auch dem physikalischen Theile zu, wie seine vielfachen interessanten Arbeiten über Dichroismus ꝛc. beweisen (Poggendorff's Annalen 65. 1; 68. 305; 71. 321). In seinem Handbuche der bestimmenden Mineralogie, Wien 1845, ist der allgemeine Theil ausführlich behandelt, der specielle kommt aber zu mager weg, die übermäßige Concinnität führte Mohs und seine Schüler zu solchen Unbequemlichkeiten. Das Handbuch der Mineralogie von **Hausmann**, Göttingen 1828 und 1847, belehrt uns besonders mit litterarischen Ausweisen, führt aber leider auch wieder eine besondere krystallographische Sprache. Reich an Litteratur ist Leonhard's Handbuch der Oryktognosie 1826, 2te Aufl. C. F. Naumann in Leipzig erwarb sich durch sein gediegenes Lehrbuch der Mineralogie, Berlin 1828, das freilich in Mohs eine wesentliche Stütze fand, und durch sein Lehrbuch der reinen und angewandten Krystallographie, Leipzig 1830, einen

solchen Ruf, daß nicht blos seine Elemente der Mineralogie, 1846, noch kurz vor seinem Tode die neunte Auflage 1874 erlebten, sondern auch die meisten deutschen Mineralogen sich seiner Methode zuwenden. Leider ist sie zu abstract mathematisch, aber könnte man einiges unwesentliche Beiwerk abstreifen, so würde sie der Methode des Meisters in der Krystallographie ziemlich nahe treten. Mag auch die Sprache der Krystallographen noch so verschieden sein, so wird doch endlich das gemeinsame Gute sich herausklären. Die Weiß'schen Axen müssen zuletzt siegen.

Structurlehre.

Pflanzen und Thieren gegenüber steht als Mineralindividuum, der Krystall. Derselbe wird nicht blos von Ebenen begrenzt, sondern den äußern Ebenen gehen innen mehr oder weniger deutliche **Blätterdurchgänge** (Blätterbrüche) parallel, welche das Ganze beherrschen. Andere nach Werner bezeichnen es minder passend mit „Theilbarkeit oder Spaltbarkeit" fissiles (Agricola de nat. foss. I. 572), die alten Bergleute mit Spath, was dem sanskritischen Spathion spaltbarer Steine verwandt ist. Solche **Blätterbrüche** geben sich beim Schlage durch einen spiegelglatten Sprung kund, der für die Bestimmung der Substanz von größter Wichtigkeit ist, und zugleich das wesentlichste Unterscheidungsmerkmal von der organischen Schöpfung liefert. Der Engländer Boyle († 1691) wurde durch die Diamantclover darauf aufmerksam gemacht. Mit ihrer Betrachtung muß um so mehr begonnen werden, als sie uns in ein Gebiet führt, das der Anschauung den reichsten Stoff bietet und das vernachläßigt bei vielen Zweigen der Naturwissenschaften sich bitter straft. Schon Werner (Aeuß. Kennz. Foss. 1774 pag. 227) hob die Gestalt der Bruchstücke des „blättrichen Bruches" scharfsinnig hervor.

Betrachtung eines Blätterbruchs.

Nimmt man ein Stück Glimmer oder Talk, so lassen sich durch schnelles Zerbrechen davon so dünne Scheiben ablösen, daß sie im reflectirten Lichte rothe, selbst blaue Regenbogenfarben, wie die feinsten Glasblasen, zurückwerfen. Schon Newton (Optice 1706. 185) verglich sie mit den Farben der Seifenblasen, und Hauy berechnete die Dicke dieser Blättchen auf weniger als $\frac{1}{600000}$ Zoll. Trotz der Leichtigkeit, mit welcher man die Lamellen von einander trennt, bilden sie doch zusammen eine compacte ungesonderte Masse, die Sonderung tritt erst mit dem Schlage oder Drucke ein. Man kann etwa folgende Stufen unterscheiden:

a) Glimmerbruch wird von keinem übertroffen, daher höchster Perlmutterglanz. Talk, Diallag, Blätterzeolith, Gyps, Diaspor, Graphit nähern sich ihm.

b) Topasbruch läßt sich selbst an diesem harten Edelstein noch leicht darstellen, steht aber dem Gyps schon entschieden nach. Kalkspath, Blende, der erste Feldspath- und Euklasbruch zeigen gleiche Deutlichkeit.

c) Apatitbruch kann man noch gut darstellen und leicht an seinem Glanz erkennen. Flußspath, der 2te Feldspathbruch, Schwerspath, Diamant, Korund und andere sind meist noch etwas deutlicher, stehen aber dem Topasbruch entschieden nach.

d) Beryllbruch liegt schon recht versteckt, er kann daher nicht mehr als wichtiges Merkmal genommen werden, obgleich man ihn zumal beim Kerzenlicht nicht wohl übersieht.

e) Quarzbruch ist noch versteckter und kaum wahrzunehmen, durch Erhitzen und plötzliches Abkühlen läßt er sich aber noch darstellen. Von practischem Nutzen ist diese Eigenschaft jedoch nicht mehr. Und wie wir schon angeführt haben, so geht wahrscheinlich jeder Fläche eines Krystalls irgend ein Grad von Blätterdurchgang parallel.

Mathematisch haben wir an solchen blättrigen Platten, wie Glimmer, Gyps, Topas ꝛc. nichts festzuhalten, als daß rings um die Platte der Raum noch nicht geschlossen und nur nach einer Richtung eine der Dicke nach sehr variable Grenze stattfindet. Ob dick oder dünn, der **Parallelraum** (Krystallraum) zwischen den beiden Spiegeln ist für uns immer der gleiche. Dieses veränderliche Element macht dem Anfänger viel zu schaffen, es muß gleich von vorn herein durch die Art der Darstellung besiegt werden, Methode der Krystallographie 1840 pag. 3.

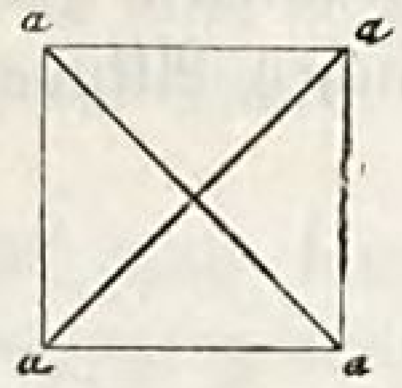
Betrachtung zweier Blätterbrüche.

Sie bilden stets eine vierseitige Säule (Prisma) mit vier Flächen und vier Kanten. Alle Kanten sind untereinander parallel (machen eine Zone), die Flächen zu je zwei liegen einander gegenüber, ebenso die abwechselnden Kanten. Durch Verrücken der Blätterbrüche (wenn die Parallelräume dicker oder dünner werden) wird keine der Parallelitäten gestört, auch die Neigung der Flächen in den Kanten (Kantenwinkel) nicht, wie schon Steno erkannte. Parallelität und Winkel bleiben also constant, nur die Flächenbreite variirt. Flächen und Kanten nennt man die Glieder der Säule. Die **Säule** ist bereits nach zwei Dimensionen geschlossen, und nur nach einer noch offen, aber variabel dick. Ihre gegenüberliegenden Winkel (aa und bb) sind einander gleich, und da $a + b = 2R$, so ist sie durch **einen** gemessenen Winkel bestimmt, die Messung muß aber bekanntlich in einer Ebene stattfinden, die auf einer (und folglich auf allen vier) Kante senkrecht steht (Querschnitt).

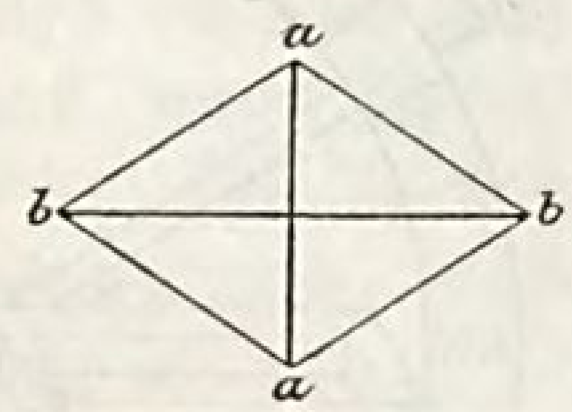
Nur nach dem Princip der Gleichheit und Ungleichheit kann die Eintheilung gemacht werden: Flächen sind gleich, wenn sie gleiche physikalische Beschaffenheit haben: Blätterdurchgang, Glanz, Streifung, Härte, Elasticität ꝛc.; Kanten sind gleich, wenn sie bei gleicher Zahl von Graden durch gleiche Flächen (und zwar in derselben Ordnung) erzeugt werden. Hiernach kann es nur viererlei vierseitige Säulen geben:

1) **Quadratsäule**, Flächen und Kanten gleich. Aus Holz

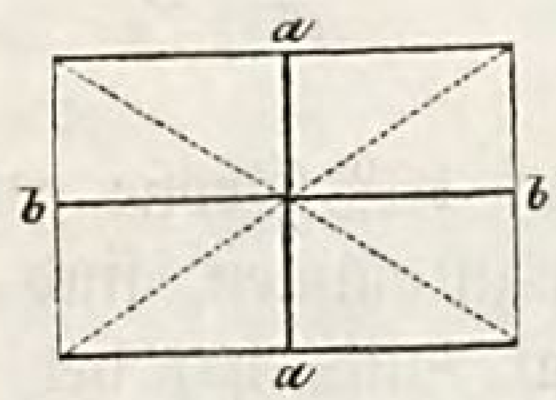
geschnitten macht man die Seiten congruent, dann ist der Querschnitt ein Quadrat, folglich sämmtliche Kanten rechte Winkel (a). Es gibt unter den deutlichen Blätterbrüchen keine recht guten Beispiele: Rutil, Zirkon, Skapolith 2c. In der Natur ist freilich auch diese Säule meist zu einem Oblongum verzogen.



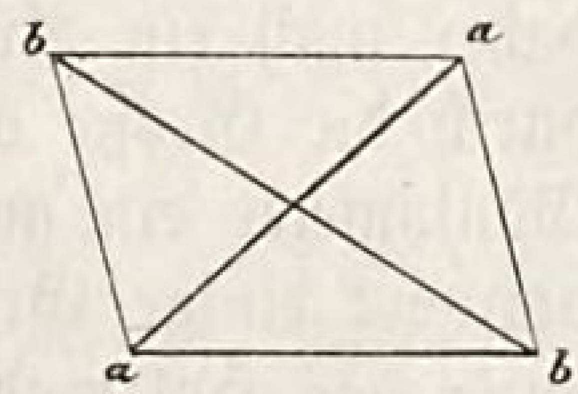
2) **Rhombsäule**, Flächen gleich und Kanten ungleich. Man schneidet die Flächen gewöhnlich congruent, dann ist der Querschnitt ein Rhombus mit zwei stumpfen (a) und zwei scharfen Winkeln (b). Feldspath, Hornblende, Schwerspath, Topas 2c. In der Natur meist zu einem Rhomboid verzogen.



3) **Oblongsäule**, Flächen ungleich und Kanten gleich. Die eine Fläche dehnt sich mehr in die Breite als die andere, und da die Winkel rechte sein müssen, so ist der Querschnitt ein Oblongum: Feldspath, Augit, Euklas, Gyps liefern im 2 + 1gliedrigen; Strahlzeolith, Kreuzstein, Olivin im 2gliedrigen Systeme gute Beispiele.



4) **Rhomboidsäule**, Flächen und Kanten ungleich. Hier ist alles ungleich, folglich der Querschnitt ein Rhomboid: Axinit, Cyanit, Epidot, der muschelige und faserige Bruch des Gyps, Kupfervitriol, Albit 2c. Uebrigens kommt diese Säule immer vor, wo sich zwei ungleiche Flächen schief schneiden.

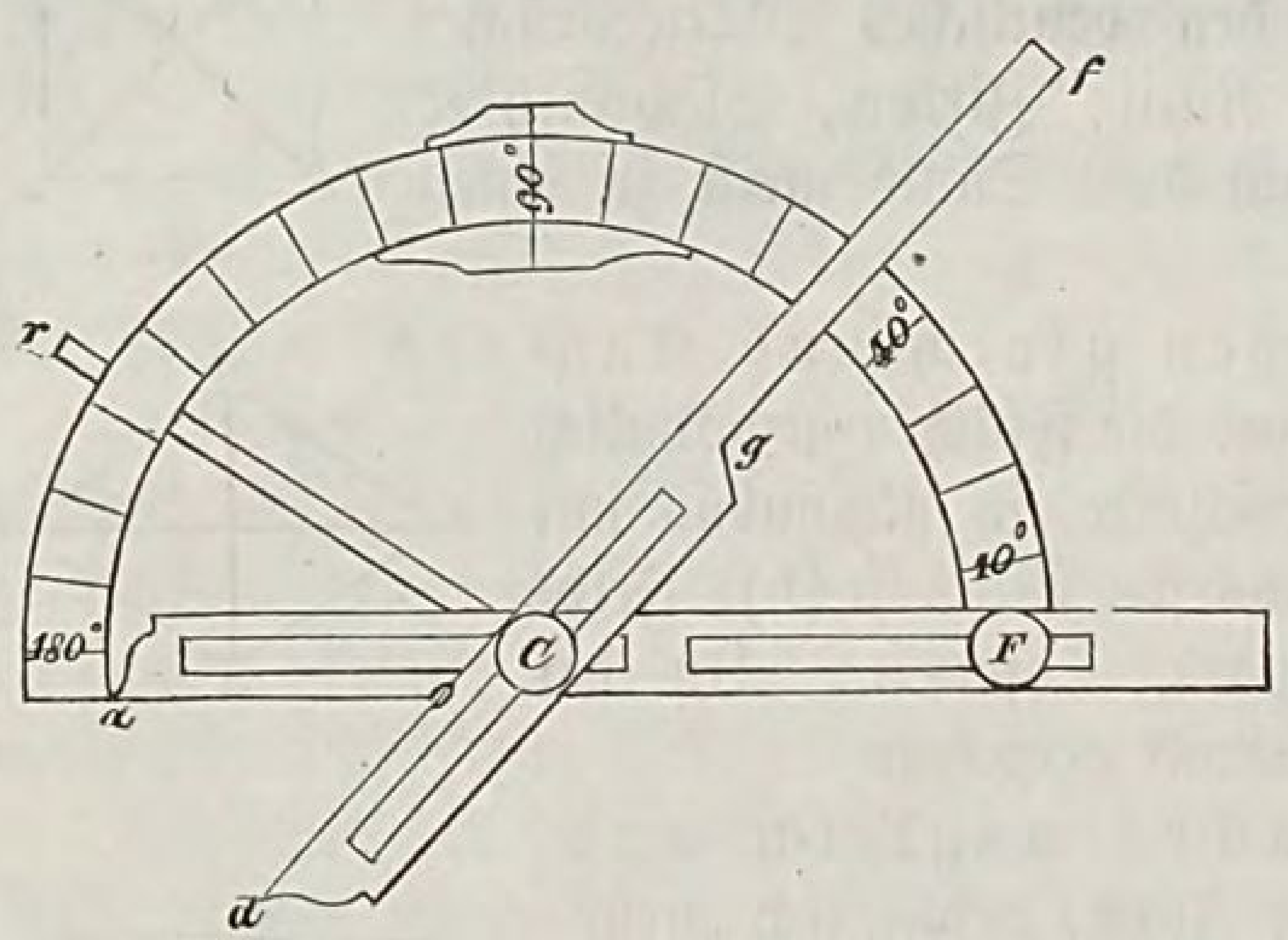


Man macht sich die Sache leicht an den beistehenden Querschnitten klar: die quadratische Säule hat rechtwinklige und gleiche Axen (Diagonalen); die rhombische rechtwinklige und ungleiche; die oblonge schiefwinklige und gleiche, doch kann man durch den Mittelpunkt auch rechtwinklige ungleiche ziehen; die rhomboidische schiefwinklige und ungleiche, hier sind gar keine rechtwinkligen Axen möglich. In der Natur beobachtet man meist nur eine Kante der Säule: sind in dieser Kante die Flächen gleich und rechtwinklig, so ist sie quadratisch; gleich und schiefwinklig, rhombisch; ungleich und rechtwinklig, oblong; ungleich und schiefwinklig, rhomboidisch.

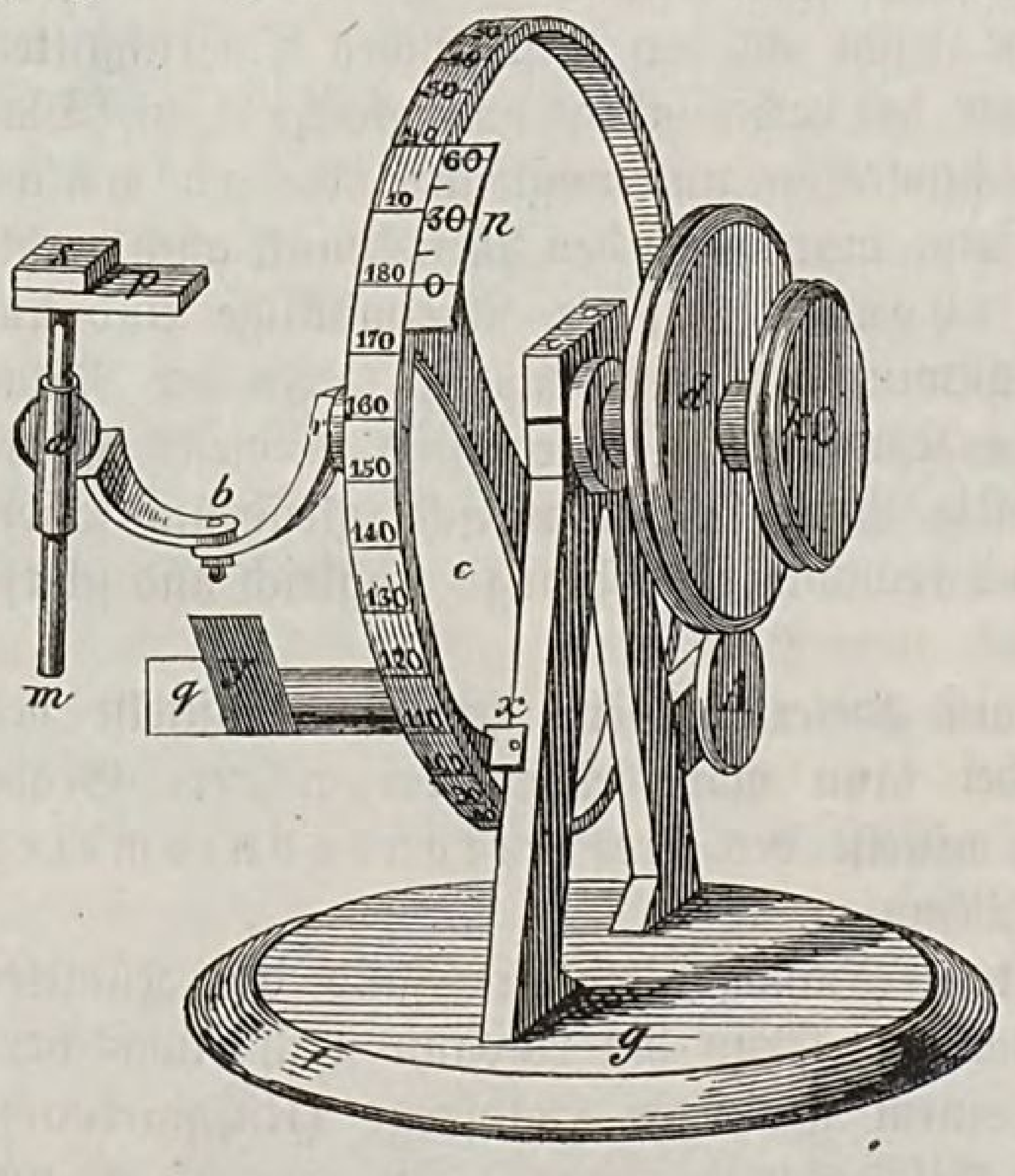
Der Säulenwinkel wird auf zweierlei Weise gemessen: mittelst des Anlegegoniometer, hierbei kann man jedoch um mehrere Grade irren; dagegen nähert man sich mittelst des Reflexionsgoniometer der Wahrheit bis auf wenige Minuten.

Das Anlegegoniometer (Handgoniometer) fand der Künstler Carangeot, welcher Modelle machte. Hauy hat es dann noch etwas verbessert. Dasselbe besteht aus einem gradirten Halbkreise (Rapporteur), in dessen Centrum C sich zwei Alhidaden befinden. Die eine df ist um C beweglich, die andere aF steht fest. Will man nun einen Kantenwinkel messen, so legt man die Kantenlinie senkrecht gegen die Ebene des

gradirten Halbkreises, und liest den Winkel an der Linie fg der beweglichen Alhidade ab. Denn da die Linie fg über g hinaus verlängert



genau in das Centrum C trifft, und da ao dem Durchmesser von Null nach 180° und do dem Radius fg parallel gehen, so muß der Kantenwinkel aod in unserem Falle 46° haben, was die Alhidade zeigt. Der Nullpunkt liegt im Mittelpunkte der Schraube F, er ist nicht angezeigt, da wegen der Breite der Alhidadenarme überhaupt nur Winkel bis auf 15° Größe gemessen werden können. Um kleinen Krystallen leichter beizukommen, sind beide Alhidaden in den Schrauben C und F verschiebbar, auch hat der Halbkreis bei 90° ein Charnier, mittelst welchem man die linke Hälfte von 90°—180° zurückschlagen kann, um so in die Krystalldrusen hineinzulangen. Zur Befestigung dieser beweglichen Hälfte dient daher noch ein Arm Cr. Wenn es nöthig ist, schnell an Krystallen sich durch die Größe der Winkel zu orientiren, so liefert das Carangeot'sche Goniometer ein gutes Hilfsmittel, wofern die Winkel von einander wenigstens einige Grade Unterschied haben. Jedenfalls ist es zur Verfertigung der Holzmodelle sehr wichtig. Das Goniometer von Adelmann ist im Princip das Gleiche, nur steht hier der getheilte Halbkreis senkrecht und befestigt, darüber ein horizontales Lineal, gegen welches der Krystall orientirt wird. Stellt man die Kante des Winkels senkrecht auf das Papier, so kann man ihn leicht projiciren und mit dem Transporteur messen.



Das Reflexionsgoniometer wurde von Wollaston (Philos. Transact. 1809 pag. 253) erfunden, nachdem er schon früher (Philos. Trans. 1802 pag. 385) das Princip der Spiegelung in Anwendung gebracht hatte. Es gehört einige Uebung dazu, sich seiner zu bedienen, liefert dann aber auch viel schärfere Resultate. Wir unterscheiden viererlei:

1) Das Gestell g ist unbeweglich, kann bei complicirten auch wohl durch Schrauben nivellirt werden. Oben vorn ist daran ein Nonius n befestigt, welcher mit seinem Nullpunkt die Grade anzeigt.

2) Der getheilte Kreis c steht am Gestell vertikal und kann mittelst der Scheibe d um seine Axe mit allem was daran hängt gedreht werden. Aber nur nach einer Richtung (nach vorn) hin, indem unten bei x eine Feder einschnappt, den Kreis einseitig arretirt und auf Null stellt.

3) Der Krystallträger krbamp durchbohrt mit seiner Axe kr das Centrum des getheilten Kreises c, und ist mittelst der Scheibe k so leicht drehbar, daß dadurch die Ruhe von jenem nicht gestört wird. Links ist an der Axe der erste Bogen rb fest, der zweite Bogen ab bewegt sich dagegen bei b um eine Axe, die senkrecht auf Axe kr steht. Mittelst dieser Drehung nach zwei Zonen kann ich zwar der Kante eines Krystalls schon jede beliebige Richtung im Raume geben, dennoch ist nochmals der Stift bei a in einem kurzen Gelenk parallel dem Charnier bei b, also auch senkrecht auf die Axe kr, beweglich. Senkrecht auf der Drehungsaxe von a ist eine Hülse befestigt, worin ein Stift m läuft, an dessen Ende eine kleine Platte p haftet, die senkrecht gegen die Axe des Stiftes m steht, und worauf der Krystall mit Wachs geklebt wird. Daneben liegt ein kleiner Spiegel s, der Platte p parallel. Da dieser ganze Apparat krbamps eine selbständige Bewegung hat, so kann ich den Krystall in jede Lage bringen.

4) Der Sextantenspiegel qy (Degen, Pogg. Annal. 1833 Bd. 27. 687), am Hinterfuße des Gestells befestigt, läßt sich um eine Axe A parallel der des eingetheilten Kreises drehen; q ist der schwarze Spiegel, in welchem man einen horizontalen Fensterrahmen oder eine noch fernere Horizontallinie mit dem Auge fixirt, y die senkrecht neben dem Spiegel sich erhebende Blendung, die das Auffinden der im Spiegel fixirten Linie auf der Fläche des Krystalls erleichtert. Wer einmal mit diesem vortrefflichen Instrumente gemessen hat, wird alle andern in den verschiedenen Lehrbüchern beschriebenen unpractischer finden.

Das Messen. Die größte Schwierigkeit bildet das Einstellen des Krystalles. Gewöhnlich geschieht das durch Hin- und Herprobiren. Allein sobald an unserem Instrument der Spiegel s genau senkrecht gegen den Stift m steht, so darf ich nur den Krystall mit einer seiner Flächen parallel demselben aufkleben, was bei herausgenommenem Stift durch Einspiegeln mit s sehr leicht bewerkstelligt werden kann. Fixire ich jetzt den Fensterrahmen auf der Krystallfläche, so wird er mit dem Bilde des Spiegels q im Allgemeinen nicht parallel gehen, diese Parallelität ist aber sogleich durch Bewegung des kurzen Charnieres a hergestellt, wovon man sich durch Drehung an der Scheibe k überzeugt, indem man die Rahmen zum Decken bringt. Dieses Einspielen ist der Beweis, daß Spiegel und Krystallfläche der Drehungsaxe kr parallel gehen. Da nun aber der Stift m bei dieser Stellung senkrecht gegen die Krystallfläche steht, so muß er es auch gegen kr sein, und wenn man jetzt den Krystall um die Axe

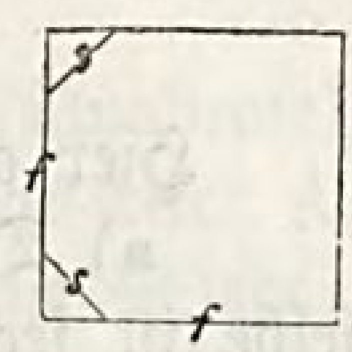
des Stiftes m dreht, so wird die Parallelität der Fensterrahmen nicht gestört, was zu gleicher Zeit wieder ein Beweis ist, daß der Spiegel s senkrecht gegen den Stift steht. Ist dieß geschehen, so drehe ich mit der Drehscheibe k die zweite Fläche dem Auge zu, sie wird das Bild des Rahmen nicht mit dem Spiegelbilde parallel stehen lassen, allein durch die Drehung des Stiftes m ist die Parallelität sogleich hergestellt. Da nun durch diese Drehung die erste Fläche nicht aus ihrer Parallelität mit der Axe kr der Drehscheibe herauskommen kann, so hat der Krystall seine richtige Stellung. Ich darf jetzt den getheilten Kreis nur einschnappen und das Rahmenbild des Sextantenspiegels mit dem einer Fläche des Krystalls zusammenfallen lassen, sodann bei d drehen und auf der zweiten Krystallfläche wieder zusammenfallen lassen, und auf dem Theilkreise die Grade ablesen.

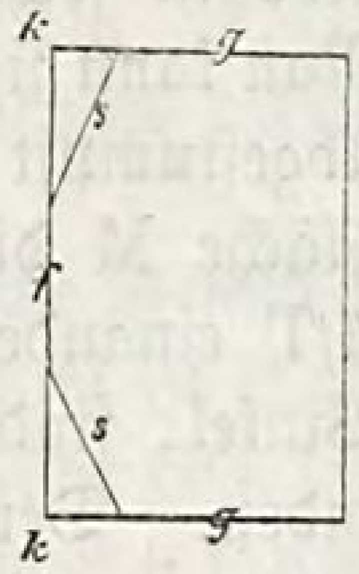
Ueber verschiedene Abänderungen von Mitscherlich (Abh. Berl. Akad. 1843 pag. 189), Mohs, Babinet ꝛc. siehe Dufrenoy (Traité Minér. I, 192) und H. Karsten (Lehrb. der Krystallographie 1861 pag. 118). Malus stellte die Meßscheibe horizontal und fixirte die Richtung des Sehens durch ein schwaches Fernrohr. Mitscherlich wendete das Fernrohr auf die verticale Meßscheibe an und orientirte den Krystall durch Schlitten und Schrauben. Babinet verband zwei Fernrohre mit einer großen horizontalen Meßscheibe, in deren Centrum der Krystall aufrecht steht. Die Axen der Fernrohre mit Fadenkreuz gehen der Scheibe parallel: das Fadenkreuz des 2ten (festen) Fernrohrs vertritt blos die Stelle des zu spiegelnden Gegenstandes, wozu man passender einen Lichtspalt (Collimator) wählt, weil das Fadenkreuz zu schwach beleuchtet zu sein pflegt. Man kann damit, wie mit dem Goniometer von Charles (Ann. Chim. phys. 1850 XXIII. 177) zugleich die Brechungscoefficienten bestimmen. Haidinger (Sitzungsber. Wien. Akad. 1855, XXIII. 110) construirte ein aufschraubbares „Universalgoniometer", mit welchem sich Krystallwinkel, Brechungsexponenten und optische Axen feststellen lassen. Für feinere Untersuchungen empfiehlt Heußer (Pogg. Ann. 87. 455) Theodolithen mit excentrischem Fernrohr, in dessen Centrum der Krystall aufrecht steht. Da hier der Winkel doppelt gemessen wird, so kann bei einer Kreiseintheilung zu 10 Minuten der Messungsfehler bis auf 2—3 Secunden eingeschränkt werden. Man hat auch Repetitionsgoniometer construirt: ohne Schnapper wird der Theilkreis durch eine Pressionsschraube gehalten, nach der ersten Messung arretirt, der Krystall eingestellt, die Schraube geöffnet, durch weites Drehen gemessen und so fort. So kann ich durch fortwährendes Drehen nach einer Richtung den Winkel n Mal messen, und den nfachen Werth bekommen, wodurch die Messungsfehler auf ein Minimum reducirt werden.

Auch an Mikroskopen hat Brewster Vorrichtungen zu Winkelmessungen gemacht: es handelt sich dabei aber lediglich um Bestimmung ebener Winkel, aus welchen die Kante berechnet werden muß. Ein Fadenkreuz im Ocular mit einer horizontalen Meßscheibe in Verbindung gebracht genügt. Sollen die Schenkel des Winkels mit dem Faden zusammenfallen, so kann man das

Ocular oder die Unterlage drehen. Versteht sich, daß der Krystall gehörig centrirt sein muß. Leeson stellte sinniger Weise ein doppeltbrechendes Prisma (Kalkspath) auf das Ocular, so daß die einen Schenkel beider Bilder in gerade Linie fallen, dreht dann, bis die andern Schenkel das Gleiche thun, und erlangt damit den Winkel oder sein Supplement.

Hat man sich nun durch Messung überzeugt, ob die Kante 90° oder nicht habe, so weiß ich erst, ob die Säule gleichwinklig (quadratisch oder oblong) oder ungleichwinklig (rhombisch oder rhomboidisch) sei. Die weitere Bestimmung folgt lediglich aus der physikalischen Beschaffenheit der Flächen, die man entweder mit bloßem Auge beurtheilt, oder wozu man sich folgender drei Sätze (Symmetriegesetze) bedient:



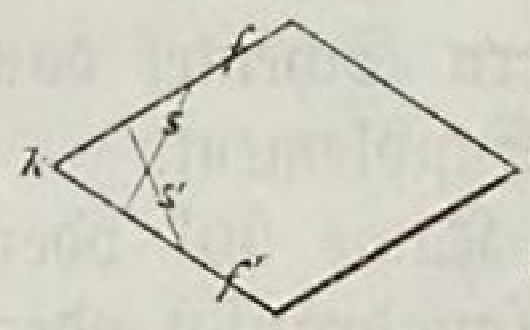


Erstes Gesetz. *Tritt zur Säule eine dritte Fläche, so muß diese die gleichen Glieder in gleicher* (**gerade abstumpfen**), *und die ungleichen in ungleicher Weise treffen* (**schief abstumpfen**). Man kann den Satz auch umkehren, aber der rechte Winkel erleidet Ausnahmen. Habe ich z. B. eine quadratische Säule f/f, so muß die dritte hinzukommende Fläche s jede der f unter gleichen Winkeln (135°) treffen. Wäre die Säule eine oblonge fg, so muß nun s die Fläche g unter anderer Neigung schneiden als die f, eben weil beide verschieden sind. Oft ist der Unterschied nur sehr unbedeutend, aber er scheint nach scharfen Messungen da zu sein. So stumpft beim Feldspath n die rechtwinklige Kante der Oblongsäule P/M zwar fast unter gleichen Winkeln ab, doch haben genaue Messungen einen kleinen Unterschied ergeben: beim glasigen Feldspath beträgt P/n 135° 16′ und M/n 134° 44′, so daß n/n über P 90° 32′ hätte. Hauy legte ein großes Gewicht darauf, daß beim Kalkspath der blättrige Bruch P die Endkante a^1/e^2 der regulären sechsseitigen Säule gerade abstumpfe, obgleich die Gradendfläche a^1 sich wesentlich von e^2 unterscheidet. Allein er berechnete unter dieser Annahme den Endkantenwinkel des Rhomboeders zu 104° 28′, während später schärfere Messungen entschieden 105° 5′, also reichlich $\frac{1}{2}$° mehr fanden, und auch Messungen den Winkel P/a^1 135° 23′ und P/e^2 134° 36′ ergaben. Der rechte Winkel macht eine Ausnahme. Beim Gyps schneidet der erste Blätterbruch die einander ungleichen muscheligen und faserigen unter rechten Winkeln.

Zweites Gesetz. *Wird ein Glied beschnitten, so muß jedes ihm gleiche Glied in gleicher Weise beschnitten werden*, wenn keine hemiedrischen Verhältnisse obwalten. Ist also bei der quadratischen und oblongen Säule ein k geschnitten, so muß nothwendig auch das andere ebenso geschnitten sein. Wird dagegen bei der rhombischen und rhomboidischen die scharfe getroffen, so nicht nothwendig auch die stumpfe.

Corollarsatz. *Trifft daher eine Fläche gleiche Glieder in verschiedener Weise, so erfordert sie nothwendig*

eine Gegenfläche, welche diese Ungleichheit wieder hebt. Wäre z. B. f/f' die scharfe Kante einer rhombischen Säule, und würde



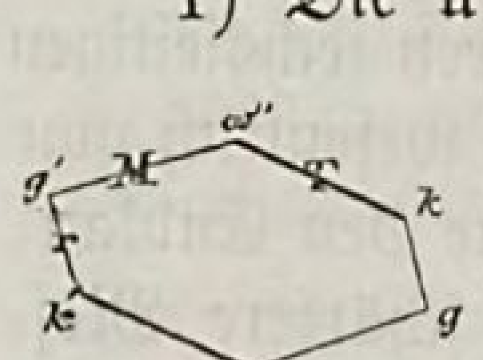
diese von einer Fläche s unter ungleichen Winkeln getroffen, so muß nothwendig eine Gegenfläche s' kommen, welche sie unter entgegengesetzter Ungleichheit trifft, so daß s/f=s'f' und s'/f=s/f' ist. Dadurch ist die Symmetrie vollständig hergestellt. Man sagt, s und s' schärfen die Kante k zu, obgleich die dadurch entstandene neue Kant s/s' stumpfer ist, als die alte weggenommene k. Man hätte ebensogut zustumpfen sagen können.

Betrachtung dreier Blätterbrüche.

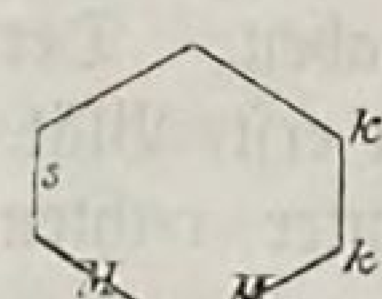
Hier gibt es nothwendig zwei Fälle:

a) Die drei Flächen schneiden sich in **einer** Säule, dieselbe ist sechsseitig (**sechsseitige Säule**) und hat sechs parallele Kanten. Man kann sie als eine vierseitige Säule mit abgestumpfter Kante betrachten. Abgestumpft heißt also eine Kante T/r, wenn die dritte hinzutretende Fläche M dieselbe so schneidet, daß die neu entstehenden Kanten M/r und M/T einander parallel gehen. Die Säule hat im allgemeinen dreierlei Winkel; sind zwei davon gemessen, so läßt sich der dritte durch Rechnung finden. Denn die Winkel im Querschnitt liegen in einem Sechseck, und betragen (2 • 6 — 4) R=8R. Da nun Winkel w=w', k=k', g=g' sein muß, so ist w+k+g=4R. Die quadratische und oblonge Säule sind Einer Abstumpfung nicht fähig, weil wenn die eine abgestumpft würde, auch die andere abgestumpft werden müßte, folglich kann es nur **dreierlei** sechsseitige Säulen geben:

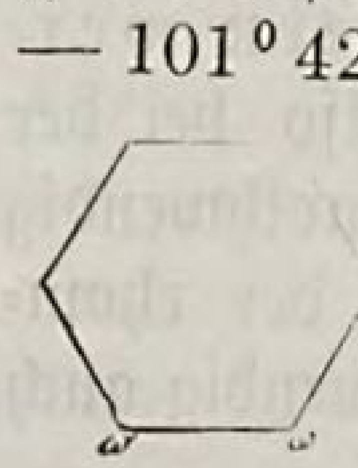
1) Die unsymmetrische Säule M/T mit schiefer Abstumpfung r; **schief** heißt sie, weil Winkel r/M (g') von Winkel r/T (k')



verschieden ist und sein muß, da Flächen T und M ungleiche Glieder sind. Der Epidot liefert ein gutes Beispiel; M/T (w') macht 115° 24', r/T (k) dagegen 128° 18', folglich M/r (g) = 360° — 243° 42' = 116° 18'.



2) Die symmetrische Säule M/M mit gerader Abstumpfung s der scharfen Kante; **gerade**, weil die Winkel k und k gleich sein müssen. Ich brauche daher nur einen Winkel zu messen. Der Schwerspath liefert ein gutes Beispiel: M/M bilden einen Winkel von 101° 42', folglich ist k+k=360° — 101° 42, = 258° 18', also k = 129° 9'.



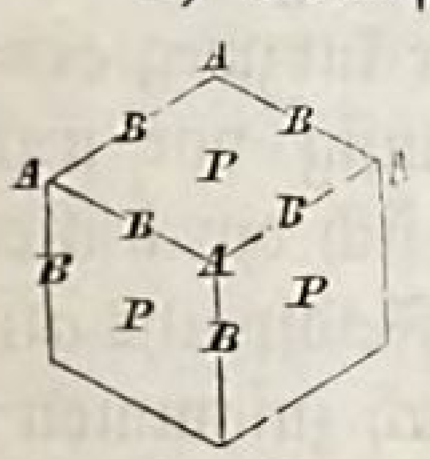
3) Die **reguläre sechsseitige Säule.** Dieß ist der interessante Fall, wo alle Flächen und folglich alle Kanten einander gleich werden, also 3w=360°, w=120°. Im drei- und sechsgliedrigen Systeme sehr häufig.

Bei den vier- und sechsseitigen Säulen kommen wir blos auf die Gliederzahlen 1, 2 und 3, sie sind daher zur Systematik noch nicht geeignet. Das wird nun aber anders im Falle

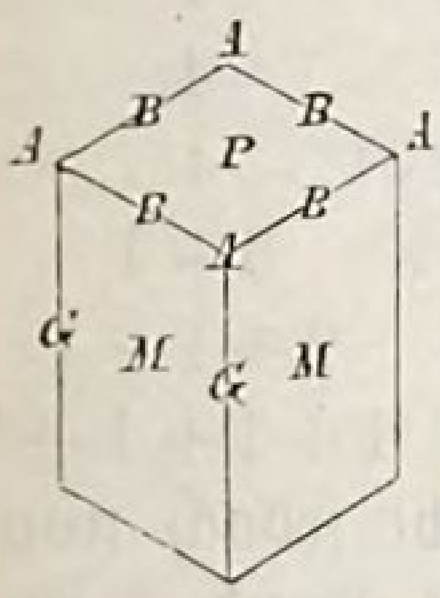
b) Die drei Flächen schneiden sich in einer Ecke d. h. in drei Säulen, dann bekommen wir ein **Hexaid** (Parallelepiped) mit dreierlei Flächen (Parallelogrammen), sechserlei Kanten, und viererlei Ecken. Hierin stecken drei Grundzahlen 3, 4, 6. Man verschafft sich diesen Körper leicht, wenn man an die vierseitigen Säulen sich Endflächen schneidet.

Wir sind hiermit bei den Hauy'schen Primitivformen angekommen, und können nichts Besseres thun, als dem alten Meister folgen. Er bezeichnete die Flächen mit PMT (PriMiTivform), der Reihe nach die Ecken mit den Vokalen, und die Kanten mit den Konsonanten. Wie die Glieder nun einander gleich werden, so gehen sie in gleiche Buchstaben über. Man kann die Sache nicht klarer darstellen.

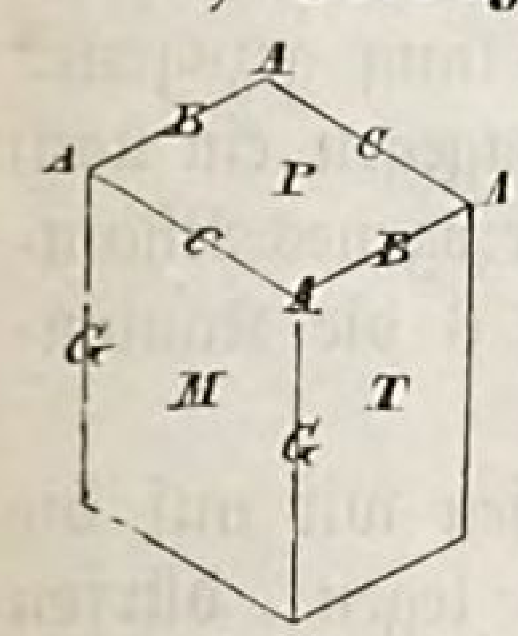
1) **Würfel** im Gleichgewicht hat drei congruente Flächen P (Quadrate), sechs rechtwinklige Kanten B, und vier dreikantige Ecken A, also bezeichnen die Grundzahlen 3, 4, 6 gleiche Glieder, daher **gleichgliedriges** oder reguläres System *Weiss*. Auch sphäroedrisches, weil man eine Kugel darum schreiben kann.



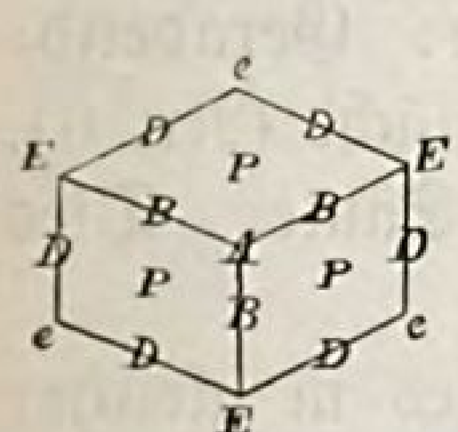
2) **Quadratsäule** M/M mit Geradendfläche P, welche M und G unter rechten Winkeln schneidet. Im Gleichgewicht ist P ein Quadrat, MM sind Rechtecke, doch bleibt die Länge GG unbestimmt. Die 3 Flächen zerlegen sich also in 2+1 Flächen; die rechtwinkligen Kanten werden 4B+2G, und die Ecken bleiben 4A. Es herrscht die 4 vor, daher **viergliedriges** System *Weiss*. Weil man die Flächen MM ins Gleichgewicht bringen d. h. congruent machen kann, so ist der Name quadratisches System auch nicht unpassend.



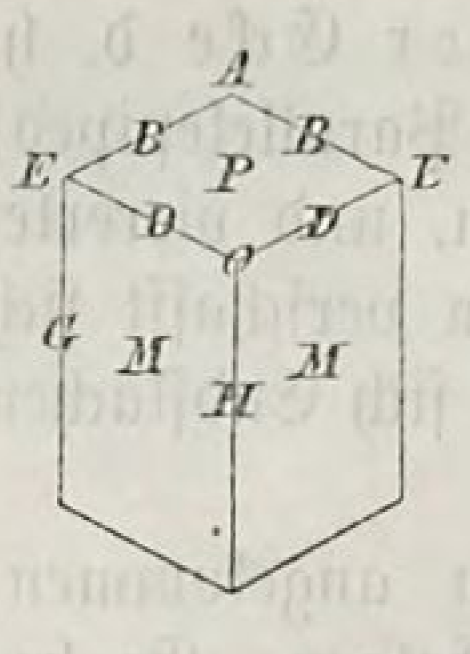
3) **Oblongsäule** M/T mit Geradendfläche P. Alle drei sind verschiedene Rechtecke, das Gleichgewicht bleibt unbestimmt; die rechtwinkligen Kanten zerlegen sich in 2B+2C+2G, die Ecken bleiben noch 4A. Es herrscht die 2 vor, daher zwei und zweigliedriges *Weiss* oder kurzweg **zweigliedriges** System. Gewöhnlich schiebt man M und T so weit, daß sie eine passende ungleiche Ausdehnung haben, daher ist ihr Querschnitt ein Oblongum AAAA.



4) **Rhomboeder** im Gleichgewicht hat 3 congruente Flächen P (Rhomben), die schiefwinkligen Kanten zerlegen sich in 3B+3D, und die Ecken in 3E+1A. In der Ecke A (Endecke) laufen drei gleiche Kanten (dreikantige Ecke), und in den E (Seitenecken) 2D+B Kanten (2+1kantige Ecken) zusammen. Es herrscht die 3 vor, daher **dreigliedriges** System *Weiss*.

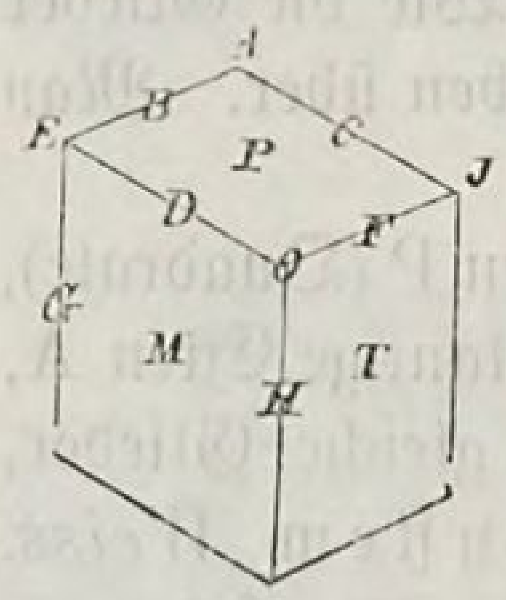


5) **Hendyoeder** *Weiss*, d. h. rhombische Säule M/M mit Schiefendfläche P, Zweiundeinflächner, prisme rhomboidale oblique. Die Schiefendfläche auf die Säulenkante H **gerade aufgesetzt**, weil D = D,



aber **schief angesetzt** ist, weil D keine rechten Winkel sind. Die Kanten zerlegen sich in 2B + 2D + H + G, also in 2 + 2 + 1 + 1 Linien, und die Ecken in 2E + O + A. Der Krystall ist daher links wie rechts, aber vorn anders als hinten. Da weder 2 noch 1 herrscht, heißt es **zweiundeingliedriges** System *Weiss*. Es ist dieses eines der interessantesten. Feldspath, Hornblenden, Gyps.

6) **Henhenoeder** d. h. rhomboidische Säule M/T mit doppelschiefer Endfläche P, Einundeinflächner, Prisme doublement oblique, da Kante D von F verschieden ist: P ist auf die Säulenkante H **schief an- und aufgesetzt** (doppelschief). Kein Glied dem andern mehr gleich, daher einundeingliedriges *Weiss* oder kurzweg **eingliedriges** System. Es kommt nicht häufig vor und eine Gruppe darunter, die des Albits, lehnt sich durch ihre scheinbare Symmetrie noch ganz an die des Feldspaths an.



Stellen wir in nachfolgender Rubrik die Zahlen übersichtlich zusammen:

System	Flächen	Kanten	Ecken
1) Gleichgliedriges	3	6	4
2) Viergliedriges	2 + 1	4 + 2	4
3) Zweigliedriges	1 + 1 + 1	2 + 2 + 2	4
4) Dreigliedriges	3	3 + 3	3 + 1
5) Zweiundeingliedriges	2 + 1	2 + 2 + 1 + 1	2 + 1 + 1
6) Eingliedriges	1 + 1 + 1	1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1	1 + 1 + 1 + 1

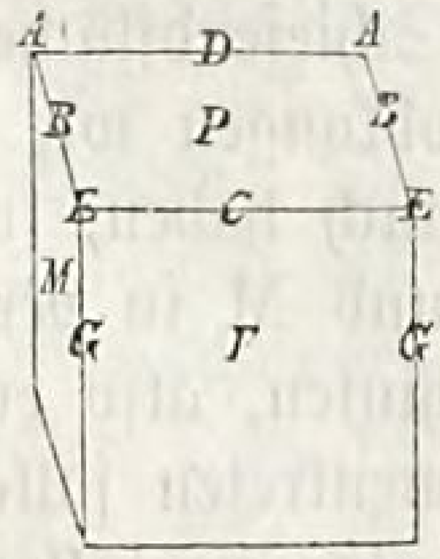
Außer 5 sind alle Zahlen von 1—6 möglich. Es gibt jedoch noch mehrere andere Hexaide, ich habe nur diese 6 gewählt, weil 2 und 3 mit dem Würfel in einem ähnlichen Zusammenhange stehen, als 5 und 6 mit dem Rhomboeder, denn 2 ist ein nach einer Richtung lang gezogener Würfel, wie 5 ein ebenso lang gezogenes Rhomboeder; 3 dagegen ein nach zwei Dimensionen verzogener Würfel, wie 6 ein ebenso verzogenes Rhomboeder. Nur mit dem Unterschiede, daß man bei 5 und 6 die Kantenwinkel nicht gleich denken darf.

Um jetzt die möglichen Hexaide zu überschauen, müssen wir auf die vierseitigen Säulen zurückgehen, eine dritte Fläche daran legen, dürfen aber dabei unsere Symmetriesätze pag. 17 nicht verletzen. Im Allgemeinen lassen sich an jede Säule dreierlei Endflächen legen: Geradendfläche (Nr. 2), Schiefendfläche (Nr. 5), und Doppelschiefendfläche (Nr. 6), es entsteht dadurch eine gerade, schiefe und doppelschiefe Säule. Dies angewendet kann die

Quadratsäule gerade sein, weil die Geradendfläche alles in gleicher Weise unter rechten Winkeln trifft: das gibt uns das gleich- und viergliedrige System (Nr. 1 und Nr. 2). Quadratsäulen mit einer Schiefendfläche kann man nicht denken, denn diese müßte jedenfalls doppelt, links und rechts, auftreten; noch weniger sind doppelschiefe Quadratsäulen möglich.

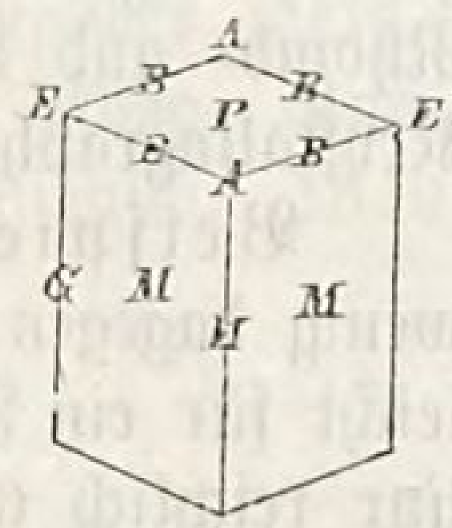
Oblongsäule kann gerad sein, weil der rechte Winkel eine Ausnahme macht (Nr. 3). Da M und T verschieden sind, so darf P gegen M rechtwinklig bleiben und gegen T schiefwinklig werden, das gibt die **schiefe Oblongsäule** (Nr. 7), zum 2+1 gliedrigen System gehörig, d. h. vorn anders als hinten, aber links wie rechts. Aus demselben Grunde wie bei der Quadratsäule nicht eine, sondern nur zwei Schiefendflächen auftreten können, so müssen auch bei der Oblongsäule stets zwei doppelschiefe Flächen ans Ende treten. Daher ist auch das sogenannte siebente Mitscherlich'sche Krystallsystem (diklinometrisches) ein Unding.

Nr. 7.



Rhombsäule kann **gerade** (Nr. 8) sein, und kommt als solche häufig im 2gliedrigen System vor. Denn wir haben hier 2+1 Fläche = MMP; 4+1+1 Kante = BBBBGH; 2+2 Ecken = AAEE, also die Zahlen 421 des zweigliedrigen Systems. Die **schiefe** zeigt Nr. 5; eine doppelschiefe ist unmöglich, weil die Doppelschiefendfläche P die gleichen Glieder MM ungleich schneiden müßte.

Nr. 8.



Rhomboidsäule mit Geradendfläche ist die gewendete **schiefe** Oblongsäule (Nr. 7), gibt also das sogenannte gewendete 2+1gliedrige System; die **doppelschiefe** (Nr. 6) liefert das eingliedrige System in seiner unbestrittensten Form; eine schiefe ist nicht denkbar.

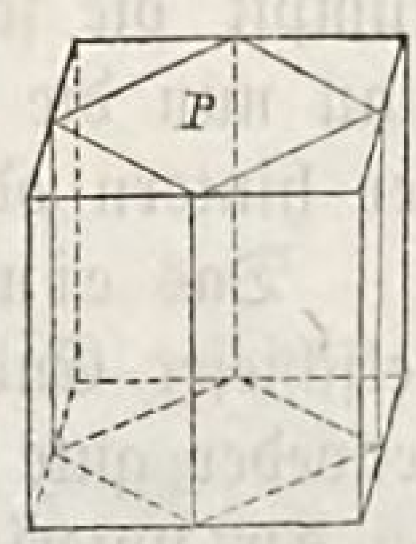
Die acht möglichen Hexaide begründen also nicht mehr als sechs Krystallsysteme: außer Würfel, Rhomboeder, Quadrat- und Rhomboidsäulen habe ich gerade und schiefe Rhomb- und Oblongsäulen. Diese 2mal 4 Fälle schließen alle Möglichkeiten ein: der Kreis um die Quadrat-, die Ellipse um die Oblong-, eine Symmetriecurve um die Rhomb- und die Symmetrielosigkeit der Rhomboidsäule mögen uns die 4 Säulensysteme sofort veranschaulichen.

Das zweigliedrige System hat das rechtwinklige Hexaid PMT Nr. 3 und die rhombische Säule mit Geradendfläche MMP Nr. 8 in sich. Setzen wir ihre Zahlen hin:

PMT hat: Flächen 1+1+1; Kanten 2+2+2; Ecken 4

MMP hat: Flächen 2+1; Kanten 4+1+1; Ecken 2+2

Da nun beide Hexaide in dem gleichen Systeme stecken, so muß dieses seine 1, 2 und 4 eben dahin legen, wo jenes die seinen hat, denn sonst gäbe es keine Symmetrie. Hüllen wir daher das eine in das andere, so müssen bei gemeinsamer Geradendfläche P sich die Säulen so gegen einander legen, daß die 1+1 Kante der rhombischen in die 1+1Fläche der oblongen, die 2+2Ecken und 2Flächen jenes wie die 2+2+2Kanten von diesem liegen, und die 4 Kanten sich den 4 Ecken gegenüberstellen, kurz es müssen die Flächen der oblongen Säule die Kanten der rhombischen abstumpfen. Schwerspath liefert ein gutes Beispiel.



Das zweiundeingliedrige System hat die rhombische Säule mit Schiefendfläche Nr. 5, und die oblonge mit Schiefendfläche Nr. 7 in sich. Da wir hier nur 2 + 1 haben, so sind verschiedene Einschachtelungen denkbar. Einen Fall sieht man leicht ein, nämlich den: läßt man die Schiefendfläche P in beiden zusammenfallen, so müssen die Flächen der oblongen wie die Kanten der rhombischen liegen. So viel 1 wir aber auch haben, so liegt nur eine einzige links und rechts, nämlich G in Nr. 5 und M in Nr. 7, alle andern liegen in der Vertikalzone von vorn nach hinten, also entweder vorn, oben oder hinten. Wenn nun beide zusammentreten sollen, so muß die seitliche 1 in beiden unter jeder Bedingung zusammenfallen, die 1 in der Vertikalzone können sich aber mehrfach gruppiren. Der einfache Grund, warum wir zwei Hexaide mehr als Systeme haben, liegt darin, daß schon bei den vier möglichen Säulen pag. 13 die Rhomb- und Oblongsäule sich auseinander ableiten lassen, Grundriß der Krystallographie 1873 pag. 81.

Beispiel. Der Feldspath hat im Hendyoeder Nr. 5 MM nur wenig dagegen P außerordentlich blättrig. Die Ecke o könnte das Auge leicht für ein Rhomboeder A nehmen, da D = 112° 16′ von H = 118° 48′ nur reichlich 6° verschieden ist, was das Auge kaum bemerkt, allein wegen des ausgezeichneten Blätterbruchs P muß die Ecke O nicht blos 2 + 1flächig, sondern auch 2 + 1kantig, also 2 + 1gliedrig sein. Wäre diese Structurdifferenz nicht da, so könnte man sich leicht im Systeme irren. Der Eisenvitriol bildet eine rhombische Säule H = 82° 21′, die Schiefendfläche P, auch blättrig, macht hinten einen Winkel B = 80° 37′. Da die Differenz nur 1° 44′ beträgt, so scheint die hintere Ecke A einem scharfen Rhomboeder anzugehören. Daher beschrieben Hauy und Mitscherlich ihn rhomboedrisch, erst scharfe Messungen von Mohs zeigten die 2 + 1kantige Ecke und mithin das 2 + 1gliedrige System.

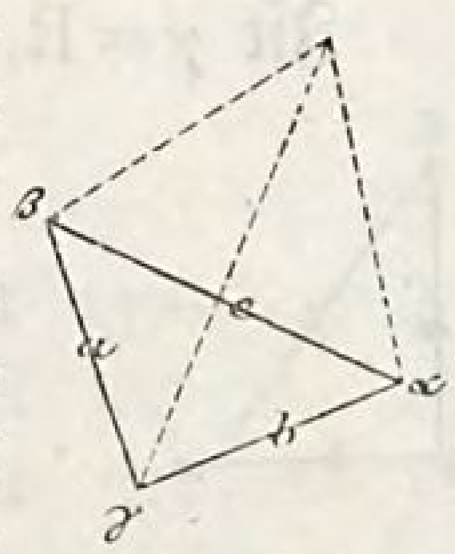
Gyps bricht außerordentlich leicht in rhomboidischen Platten (113° 46′) mit muscheligem und faserigem Bruch, gegen welche der Hauptblätterbruch senkrecht steht. Die Glieder treten nur zu 2 + 1 auf. Nehmen wir in Nr. 7 M als den Hauptblätterbruch, T als den muscheligen, und P als den faserigen, so liegen alle 1 in der Vertikalzone P/T, nämlich P, T, C, D, nur eine einzige M liegt links und rechts, wenn man die T oder irgend eine andere 1 der Vertikalzone vor sich nimmt. Unter jeder Bedingung muß also der Hauptblätterbruch aufrecht links und rechts sich erheben, er stumpft die scharfe Säulenkante des Hendyoeder im Feldspath ab, läßt man nun die T die stumpfe wegnehmen, so kann die faserige P noch auf der hintern oder vordern Seite eine Schiefendfläche bilden.

Das eingliedrige System hat die rhomboidische Säule mit doppelschiefer Endfläche Nr. 6. Axinit und Kupfervitriol liefern für Henhenoeder gute Beispiele. Professor Mitscherlich (Pogg. Annalen 8. 427) wies bei der unterschwefligsauren Kalkerde $\dot{C}a\breve{S}\ddot{H}^{6}$ eine oblonge Säule mit doppelschiefer Endfläche nach. Man machte daraus fälschlich ein 7tes Krystallsystem, das jedoch keine Existenz hat, da ja nicht einmal die recht-

winkligen Kanten der oblongen Säule wegen der doppelschiefen Endfläche darüber gleich sein können. Uebrigens hat sich später auch gezeigt, daß die Winkel in der vermeintlichen Oblongsäule keineswegs rechte sind (Sitzb. Wien. Akad. 1862 Bd. 45 pag. 499).

Für den würfligen Blätterbruch bieten Steinsalz und Bleiglanz ausgezeichnete Beispiele; für das Rhomboeder Kalkspath, man muß hier die 3kantigen und 2+1kantigen Ecken wohl von einander unterscheiden. Die scheinbar würfligen Brüche des Anhydrits sind alle drei physikalisch verschieden, und daher zweigliedrig. Ueberhaupt laufen alle Untersuchungen der Hexaide auf die einer einzigen ihrer Ecken, eines körperlichen Dreiecks, hinaus, da den drei Flächen PMT und den drei Kanten dieser Ecke alle andern Glieder parallel laufen. Dr. Sohncke (Pogg. Ann. 1867 Bd. 132 pag. 75) kam auf abstracterm Wege zu demselben Resultate, daß nur sechs Systeme möglich sind. Vergleiche auch Dr. v. Bezold Sitzungsber. math.-phys. Cl. Akad. München 1863 pag. 350; Frankenheim Pogg. Ann. 1856 Bd. 97 pag. 337; Möbius Verh. k. sächs. Ges. Wissensch. 1849 pag. 65; Bravais Études cristallographiques 1851.

Betrachtung des körperlichen Dreiecks.



Nennen wir in einem körperlichen Dreieck die Winkel in den Kanten $\alpha\beta\gamma$, und die Winkel in den Ebenen (schlechthin Seiten) beziehungsweise a b c, so wird in der sphärischen Trigonometrie bewiesen, daß wenn von diesen 6 Stücken drei beliebige bekannt sind, sich die übrigen drei durch Rechnung finden lassen. Der Astronom kann die ebenen Winkel (Seiten) genauer messen als die in den Kanten; bei dem Krystallographen ist es umgekehrt. Pfaff (Pogg. Ann. 102. 457) gibt ein Instrument zur Messung ebener Krystallwinkel an. Allein wenn man bedenkt, daß der Astronom heute am Himmel bis auf $\frac{1}{10}$ Sekunde (d. h. $\frac{1}{10}$ der Dicke eines Menschenhaars in gewöhnlicher Entfernung) geht, so bleibt der Krystallmesser noch weit zurück. Um die körperliche Ecke zu kennen, müssen wir also drei Kantenwinkel $\alpha\beta\gamma$ gemessen haben, dann ist:

$$\sin\alpha : \sin\beta : \sin\gamma = \sin a : \sin b : \sin c$$

$$\text{I. } \cos a = \frac{\cos\alpha + \cos\beta \cdot \cos\gamma}{\sin\beta \cdot \sin\gamma}$$

$$\text{II. } \cos b = \frac{\cos\beta + \cos\alpha \cdot \cos\gamma}{\sin\alpha \cdot \sin\gamma}$$

$$\text{III. } \cos c = \frac{\cos\gamma + \cos\alpha \cdot \cos\beta}{\sin\alpha \cdot \sin\beta}$$

für Logarithmen $\frac{1}{2}(\alpha+\beta+\gamma) = S$ und $\frac{1}{2}(a+b+c) = s$ gesetzt:

$$1)\ \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}a = \sqrt{\frac{-\cos S\ \cos(S-\alpha)}{\cos(S-\beta)\ \cos(S-\gamma)}},\ \text{bekannt } \alpha\beta\gamma.$$

2) $\operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha = \sqrt{\frac{\sin (s-b) \ \sin (s-c)}{\sin s \sin (s-a)}}$, bekannt a b c.

3) $\begin{cases} \operatorname{tg} \frac{1}{2} (b+c) = \dfrac{\cos \frac{1}{2} \ (\beta-\gamma)}{\cos \frac{1}{2} \ (\beta+\gamma)} \operatorname{tg} \frac{1}{2} a \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2} (b-c) = \dfrac{\sin \frac{1}{2} \ (\beta-\gamma)}{\sin \frac{1}{2} \ (\beta+\gamma)} \operatorname{tg} \frac{1}{2} a, \end{cases}$ bekannt $a \beta \gamma$.

4) $\begin{cases} \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\beta+\gamma) = \dfrac{\cos \frac{1}{2} \ (b-c)}{\cos \frac{1}{2} \ (b+c)} \cot \frac{1}{2} \alpha \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\beta-\gamma) = \dfrac{\sin \frac{1}{2} \ (b-c)}{\sin \frac{1}{2} \ (b+c)} \cot \frac{1}{2} \alpha, \end{cases}$ bekannt α b c.

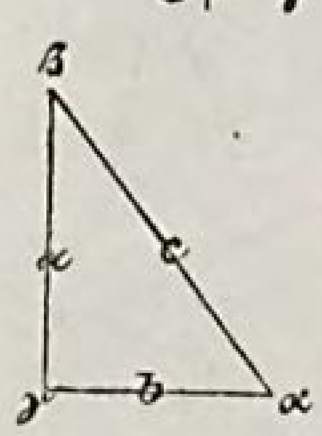
5) $\sin a = \frac{\sin \alpha \sin c}{\sin \gamma}$, bekannt $\alpha \gamma$ c.

6) $\sin \alpha = \frac{\sin a \sin \gamma}{\sin c}$, bekannt a c γ.

Die Formeln sind vollkommen symmetrisch, können daher leicht umgestellt werden.

Ist $\alpha = \beta = \gamma = R$, so ist $\cos a = \cos b = \cos c = 0$, also $a = b = c = 90^{0}$.
Ist $\beta = \gamma = R$, so ist $\cos b = \cos c = 0$, also $b = c = 90^{0}$;
dagegen $\cos a = \cos \alpha$.

Ist $\gamma = R$, so ist $\cos \gamma = 0$, $\sin \gamma = 1$, also



1) $\cos c = \cot \alpha \cot \beta$ (III)
2) $\cos c = \cos a \cos b$
3) $\operatorname{tg} a = \operatorname{tg} \alpha \sin b$
4) $\sin a = \sin \alpha \sin c$ (5)
5) $\cos \alpha = \cos a \sin \beta$ (I)
6) $\operatorname{tg} b = \operatorname{tg} c \cos \alpha$.

Damit ist die Rechnung der bei γ rechtwinkligen körperlichen Ecke beendet.

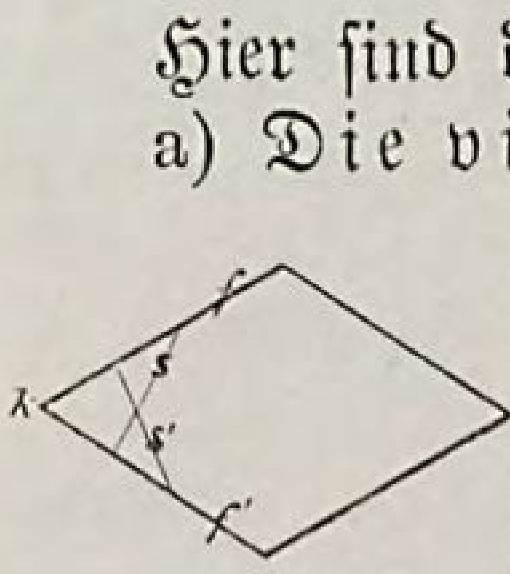
Ist $\alpha = \beta = \gamma$, wie beim Rhomboeder, so wird

$$\operatorname{tg} \tfrac{1}{2} a = \sqrt{\frac{-\cos \frac{3}{2} \alpha}{\cos \frac{1}{2} \alpha}}.$$

Betrachtung von vier Blätterbrüchen.

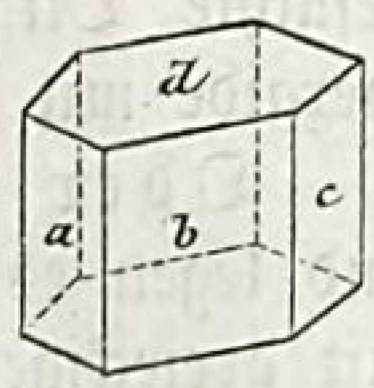
Hier sind drei Fälle möglich:

a) Die vier Ebenen liegen in **einer** Zone. Das gibt eine **achtseitige** Säule: ff' ist der Querschnitt einer geschobenen Säule, stumpfen nun s und s' die scharfe Kante k ab, so entsteht zwischen s/s' eine neue Kante. Man sagt, die Kante k ist durch ss' zugeschärft, und die entstandene Säule ff'ss' ist 8seitig. So kann man 5, 6 . . . n Blätterbrüche verbinden, das gibt dann 2nseitige Säulen.



b) Die vier Ebenen schneiden sich in **vier** Zonen, d. h. die vierte hinzukommende stumpft eine Kante des Hexaides ab. Dadurch ent-

steht eine sechsseitige Säule mit Endfläche, oder ein **Vierzonenkörper.** Eine Zone abc ist sechsseitig, und die drei Zonen ad, bd, cd sind vierseitige. Da wir nun dreierlei sechsseitige Säulen haben pag. 18, so richten sich darnach auch die Vierzonenkörper:



Die reguläre sechsseitige Säule mit 120° kann nur mit Geradendfläche gedacht werden, da a=b=c sein und d alle in gleicher Weise schneiden muß; d ins Gleichgewicht gebracht ist ein reguläres Sechseck.

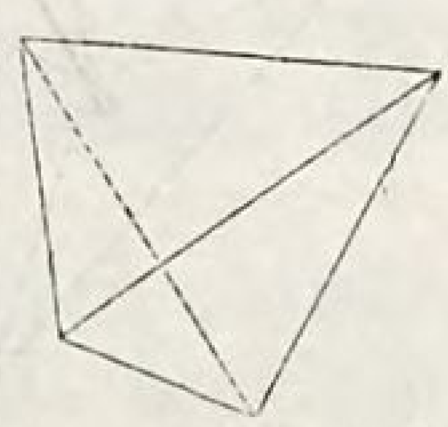
Die rhombische Säule mit gerader Abstumpfung kann eine Gerad- und eine Schiefendfläche haben: erstere entsteht aus der geraden rhombischen Säule Nr. 8 pag. 21; letztere aus dem Hendyoeder Nr. 5 pag. 19.

Endlich die rhomboidische Säule mit schiefer Abstumpfung kann auch eine gerade oder eine doppelt schiefe Endfläche haben. Erstere gehört dem 2+1gliedrigen Systeme an, wie man leicht sieht.

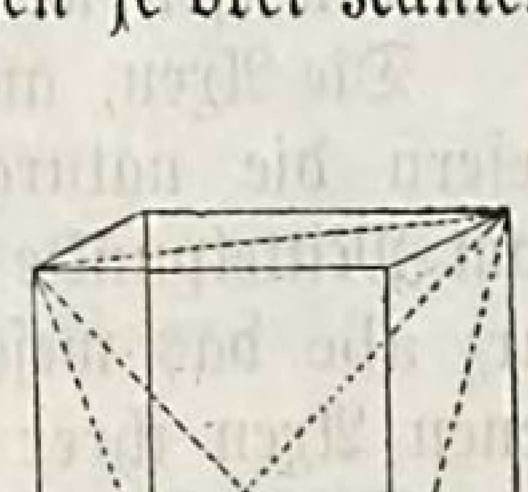
Diese fünf Vierzonenkörper kommen also im drei-, zwei-, zweiunddein- und eingliedrigen Systeme vor, und ergeben sich aus den Hexaiden unmittelbar.

c) Die vier Ebenen schneiden sich in **sechs** Zonen, und bilden folglich das

Oktaid.



Nimmt man eine Rübe oder Kartoffel, und macht vier beliebige Schnitte, von denen keiner dem andern parallel geht, so bekommt man ein **Tetraid,** jenen einzigen Körper unter den Krystallen, der sich immer im Gleichgewicht befindet. Das Tetraid wird von 4 Dreiecken begrenzt, hat 6 Kanten, von denen keine der andern parallel geht. Durch die Halbirungspunkte der Kanten lassen sich drei Linien (Axen) ziehen, welche je zwei gegenüberliegende Kanten verbindend sich in der Mitte des Körpers in einem Punkte halbiren. Wir haben also auch hier wieder die Grundzahlen 3, 4, 6. Außerdem noch 4 Ecken, in welchen je drei Kanten und Flächen zusammenlaufen.

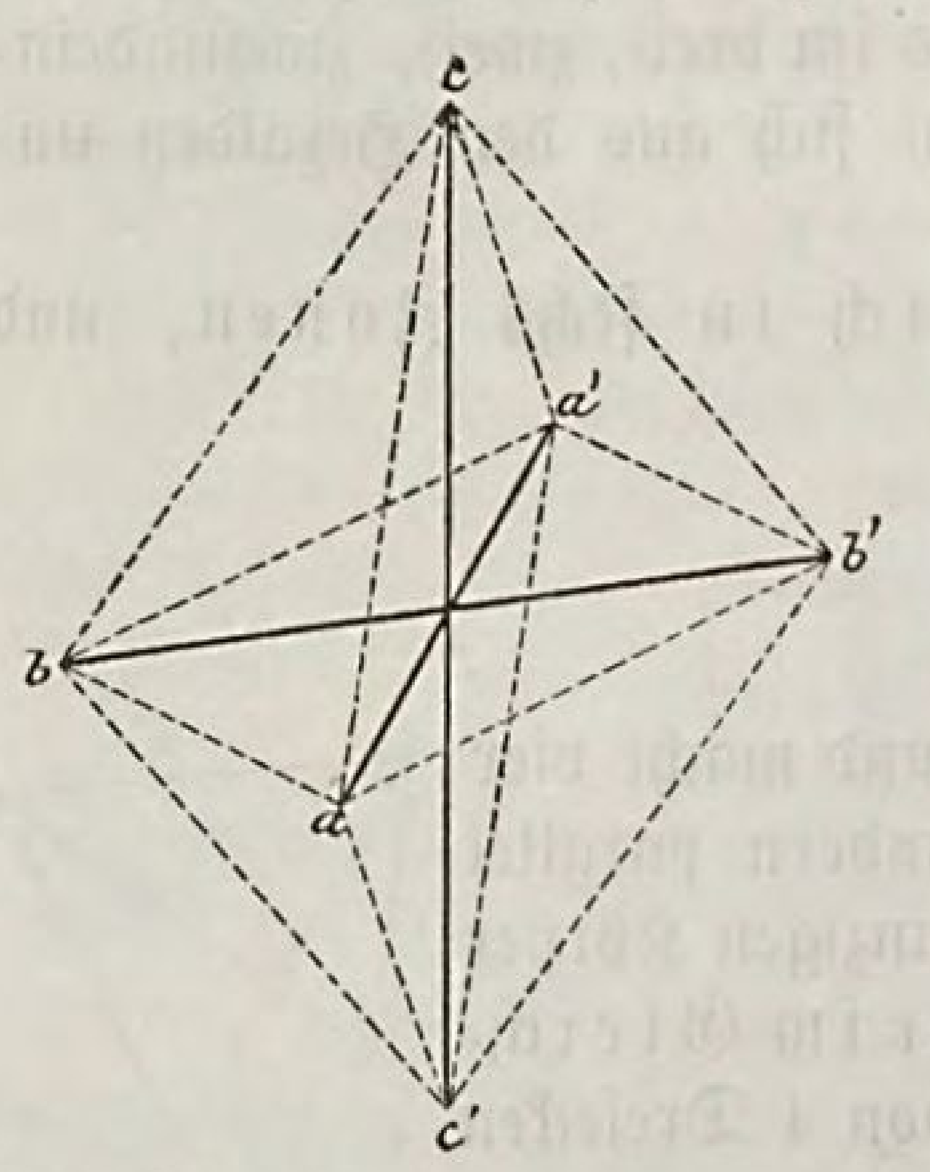


Man kann in jedes Hexaid ein Tetraid einschreiben. Seine Kanten bilden die Hälften der 12 Flächendiagonalen, in jeder Hexaidfläche liegt eine Tetraidkante; seine Flächen liegen wie die abwechselnden Ecken, stumpfen also, wenn sie zusammen auftreten, diese ab. Da alles hälftig getheilt ist, so folgt von selbst, daß es ein Gegentetraid gibt, dessen Kanten mit der übrigen Hälfte der Diagonalen zusammenfallen. Denkt man sich jetzt das Hexaid weg, so hat man zwei durchwachsene (einander umgekehrt gleiche) Tetraide, deren Kanten sich gerade so schneiden müssen als die Hexaiddiagonalen. Das beiden gemeinschaftliche Stück liefert das

gesuchte Oktaid. Hieraus leuchtet unmittelbar der Zusammenhang der Hexaide mit den Oktaiden hervor.

Oder einfacher: Haben wir ein beliebiges Tetraid geschnitten und legen es auf eine seiner Flächen, so steht eine dreiseitige Pyramide mit dreieckiger Basis vor uns. Halbiren wir die drei Endkanten der Pyramide, legen durch die drei Halbirungspunkte eine Ebene, so geht diese der Basis parallel, bildet also mit ihr den einen Parallelraum. Schneiden wir nun die Ecke über der Parallelfläche weg, und behandeln alle vier Ecken in gleicher Weise, so haben wir das Tetraid in sein zugehöriges Oktaid verwandelt. Kurz wir halbiren sämmtliche Kanten und verbinden die Halbirungspunkte, nehmen die Ecken weg, so ist das Oktaid da, und immer im Gleichgewicht. Die Flächen des Oktaides und Tetraides sind einander der Reihe nach ähnlich, nur ist die Oktaidfläche viermal kleiner als die des Tetraides, weil sie in diese eingeschrieben ist.

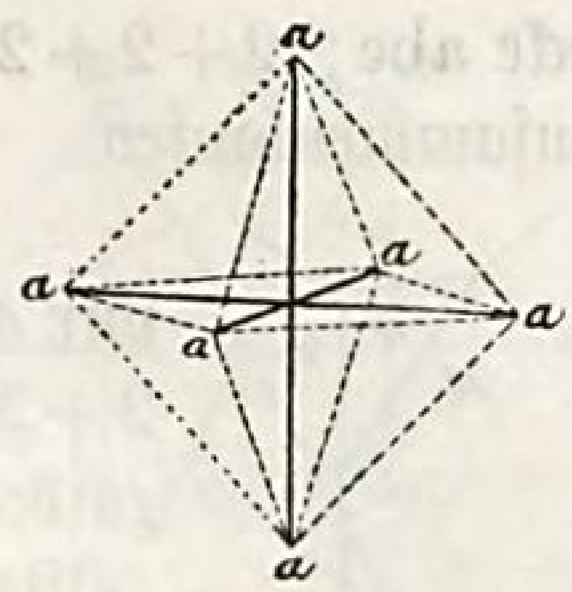
Das **Oktaid** hat 4 parallele Paare von Dreiecken abc, ab'c, a'bc, a'b'c, von denen je eines mit der Tetraidfläche zusammenfällt; 6 (respective 3) vierkantige Ecken a•b•c, die in den Mittelpunkten der Tetraidkanten liegen; und 6 parallele Paare Kanten ca, cb, ca', cb', ab, ab', welche die eingeschriebenen Dreiecke der Tetraide bilden, also vier, sechs und drei Glieder. Die 12 Kanten gruppiren sich zu drei Parallelogrammen (Basalschnitten), die Diagonalen dieser Parallelogramme müssen sich halbiren; also im Basalschnitte aba'b' halbiren sich aa, und bb'; im Basalschnitte aca'c' dagegen aa' und cc', folglich müssen die Axen aa' bb' und cc' sämmtlich sich im Mittelpunkte halbiren. Da die Punkte abc a'b'c' in den Mittelpunkten der Kanten des zugehörigen Tetraides liegen, so müssen auch für dieses dieselben Axen Statt haben, was oben nicht bewiesen war.



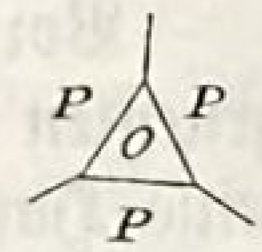
Die Axen, auf welche Weiß schon im Jahre 1809 aufmerksam machte, liefern die naturgemäßeste Bezeichnungsart. Rechnen wir ihre Längen vom Mittelpunkte an, so drückt das Zeichen einer Fläche a : b : c oder kurz abc das wesentliche Verhältniß aus: die Fläche läßt sich bei gegebenen Axen ihrer Lage nach im Raume bestimmen.

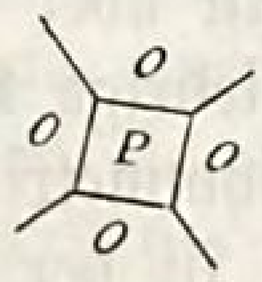
Die **Eintheilung der Oktaide** hebt die Systeme schärfer hervor, als die der Hexaide. In der „Methode der Krystallographie" habe ich es nach mehreren abstrakten Principien versucht. Hier bleiben wir jedoch nur bei den concreten Fällen stehen, welche uns der bisherige Gang der Untersuchung an die Hand gibt. Darnach zeichnen wir achterlei aus mit denselben Zahlenverhältnissen, wie die Hexaide.

1) Das reguläre Oktaeder hat drei gleiche rechtwinklige Axen

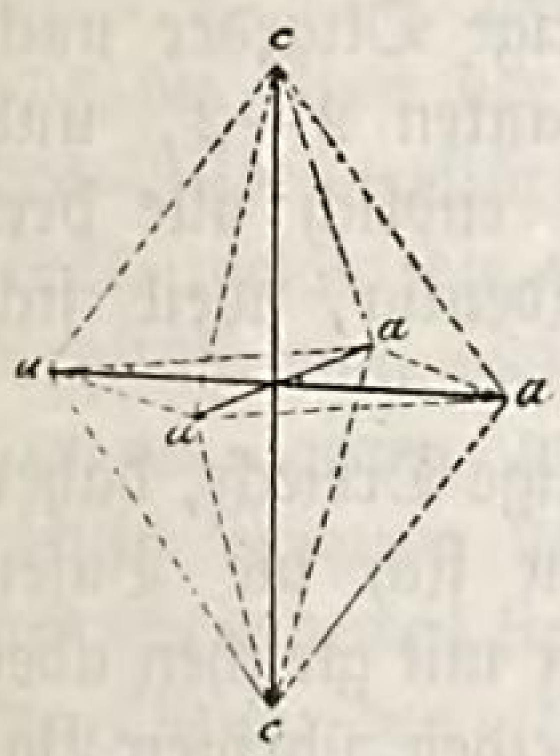


a : a : a, folglich Quadrate zu Basalschnitten; 4 gleichseitige einander congruente Dreiecke; 6 gleiche Kanten 109° 28′ 16″, und 3 vierkantige Ecken. Schreiben wir auf eine Fläche 0, und auf die drei anliegenden 1 ꝛc., so fallen auf 4 Flächen 0, auf die vier abwechselnden 1. Läßt man z. B. die Eins wachsen, so bekommt man ein Tetraeder, und läßt man die Nullen, ein Gegentetraeder. Beide sind congruent und regulär, sie haben 4 gleichseitige Dreiecke, 4 dreikantige Ecken, und 6 Kanten 70° 31′ 44″, das Supplement zum Oktaederwinkel. Schreiben wir in den Würfel sein Tetraeder ein, so entsteht ein reguläres, weil alle Diagonalen der Würfelflächen einander gleich sind; folglich muß das Oktaeder die Würfelecken so abstumpfen, daß die Oktaederfläche o ein gleichseitiges Dreieck bildet, und umgekehrt die Würfelfläche P die Oktaederecke so, daß beim Oktaeder im Gleichgewicht ein Quadrat P entsteht.

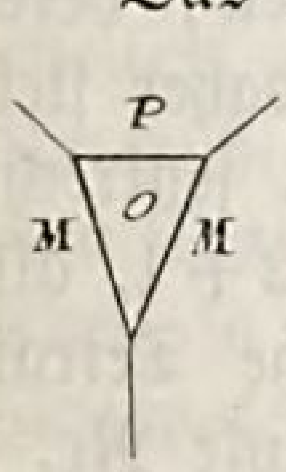


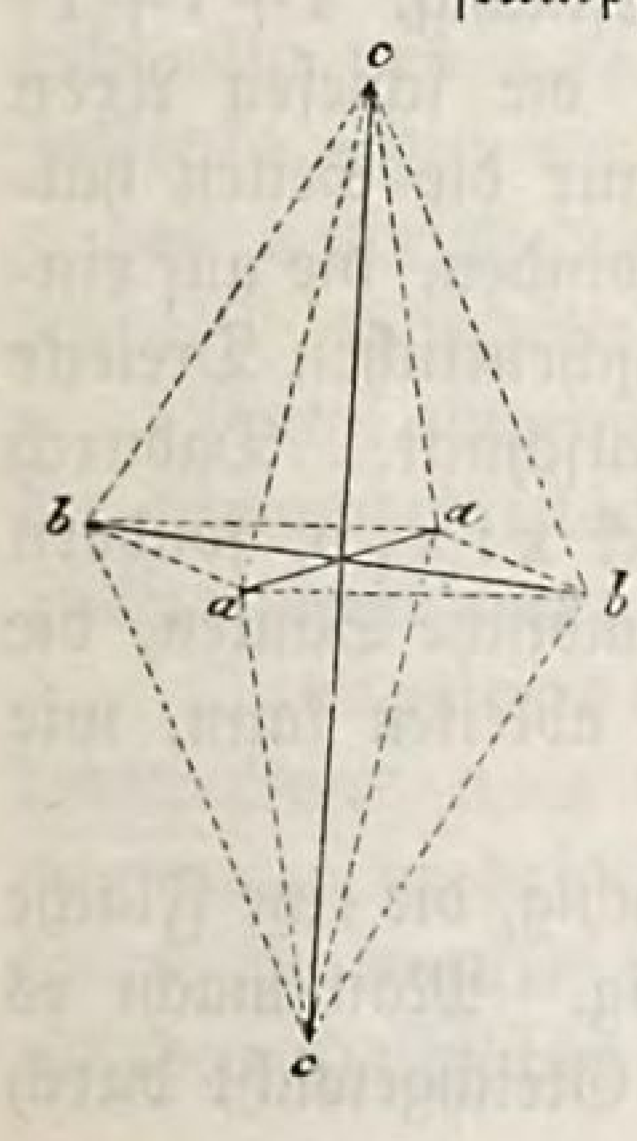


2) Das viergliedrige Oktaeder hat 2 + 1 rechtwinklige Axen a : a : c, folglich zwei einander congruente Rhomben acac, und ein Quadrat aaaa (daher Quadratoktaeder) zum Basalschnitt; 4 gleichschenklige einander congruente Dreiecke; 4 + 2 Kanten, von denen 4 den rhombischen Basalschnitten (Endkanten) und 2 dem quadratischen (Seitenkanten) angehören; 1 + 2 Ecken, wovon 1 die aufrecht gedachte 4kantige Endecke, durch welche die Hauptaxe c geht, und 2 die 2 + 2kantigen Seitenecken bezeichnet.



Das viergliedrige Tetraeder machen wir aus dem viergliedrigen Hexaide Nr. 2 pag. 19, indem wir das zugehörige Tetraid einschreiben, es hat 4 + 2 Kanten, folglich 2 + 1kantige Ecken. Die Mittelpunkte der 2 Kanten werden durch die Axe c verbunden. Daraus geht hervor, daß das zugehörige Oktaeder die Ecken des viergliedrigen Hexaides so abstumpft, daß ein gleichschenkliges Dreieck o entsteht, welches den Flächen des Oktaeders ähnlich ist. Stumpft das Hexaid die Ecken des Oktaeders ab, so entstehen Schnitte, die den Basalschnitten ähnlich sind, also an den Endecken ein Quadrat, an den Seitenecken zwei congruente Rhomben.

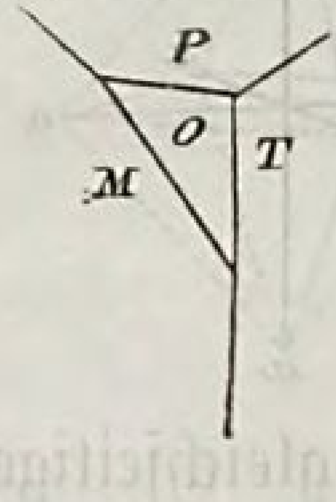




3) Der zweigliedrigen Oktaeder sind zwei, Rhomben- und Oblongoktaeder.

a) Das Rhombenoktaeder hat 1 + 1 + 1 rechtwinklige Axen a : b : c, folglich drei einander nicht congruente Rhomben abab, acac, bcbc zu Basalschnitten; 4 ungleichseitige einander congruente Drei-

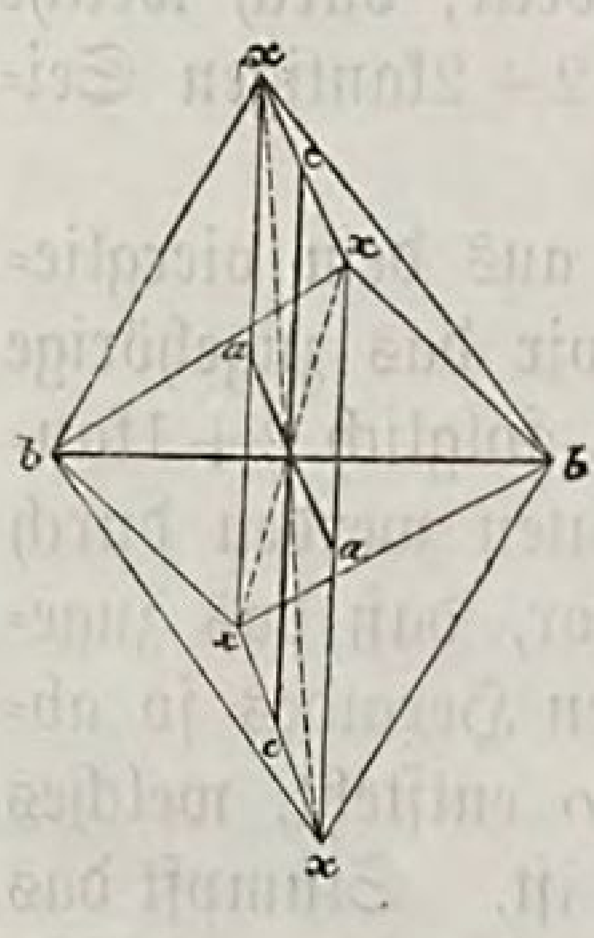
ecke abc; 2+2+2 Kanten, und 1+1+1 Ecken, in welchen 2+2 Kanten zusammenlaufen.



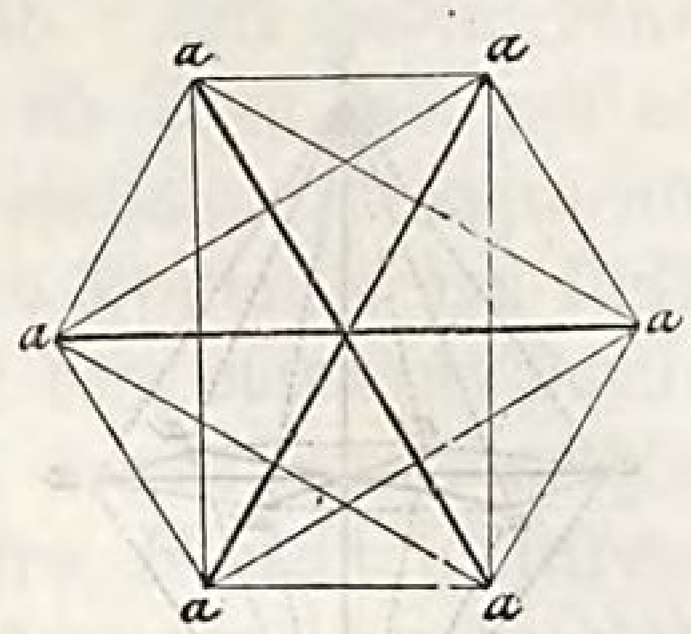
Das zugehörige zweigliedrige Tetraeder machen wir aus dem 2gliedrigen Hexaide Nr. 3, pag. 19. Es ist 2+2+2kantig, mit ungleichkantigen Ecken und muß die Hexaidecken so abstumpfen, daß ein ungleichseitiges Dreieck o entsteht, während die Hexaidflächen PMT an den Oktaederecken Rhomben bilden.

Vorstehende drei Oktaeder und Tetraeder sind die einzigen mit congruenten Flächen und rechtwinkligen Axen. Das gleichaxige a : a : a hat keine Hauptstellung, man kann es nach jeder Axe a aufrecht stellen. Wird nun aber eine Axe a länger oder kürzer zu c gemacht, so entstehen viergliedrige Oktaeder, mit einer Hauptstellung, indem c wegen der Symmetrie immer aufrecht genommen werden muß. Ist c länger als a, so ist der Seitenkantenwinkel größer als der Endkantenwinkel, und das Oktaeder schärfer als das reguläre; ist dagegen c kürzer als a, so ist der Seitenkantenwinkel kleiner als der Endkantenwinkel, und das Oktaeder stumpfer als das reguläre. Stellte man das viergliedrige Oktaeder nach einer seiner Seitenaxen a aufrecht, so wären die Endkanten 2+2, und könnten dann für zweigliedrig gehalten werden. Sind endlich alle drei Axen verschieden lang, so ist die Stellung wieder dreideutig, weil sich keine Axe vor der andern auszeichnet.

b) Das Oblongoktaeder hat 2+2 gleichschenklige Dreiecke, daher muß ein Basalschnitt, auf welchem sich die Basen der Dreiecke erheben, ein Oblongum mit gleichen aber schiefwinkligen Axen xx sein; die beiden übrigen Basalschnitte bxbx sind congruente Rhomben, deren Diagonalen sich rechtwinklig schneiden, daher steht die dritte Axe b auf den beiden schiefen x senkrecht. Die Kanten sind 4+1+1, und die Ecken 2+1, also zweigliedrig. Das zugehörige symmetrische Tetraid entsteht aus der geraden rhombischen Säule Nr. 8 pag. 21, es ist gleichfalls 2+2flächig, 4+1+1kantig, und 2+2eckig. Da man die schiefen Axen gerne meidet, so darf man im oblongen Basalschnitt nur die Seiten halbiren, und die Halbirungspunkte durch aa und cc verbinden, die auf einander senkrecht stehen; bb nach den Spitzen der gleichschenklichen Dreiecke gezogen steht ohnehin senkrecht auf den oblongen Basalschnitt. Dadurch bekommen die Flächen nicht mehr den einzigen Ausdruck x : x : b, sondern den doppelten a : b : ∞c und b : c ∞a, es sind 2 rhombische Säulen, die man auch aus dem Rhombenoktaeder (und umgekehrt) ableiten kann, wie wir später sehen werden.

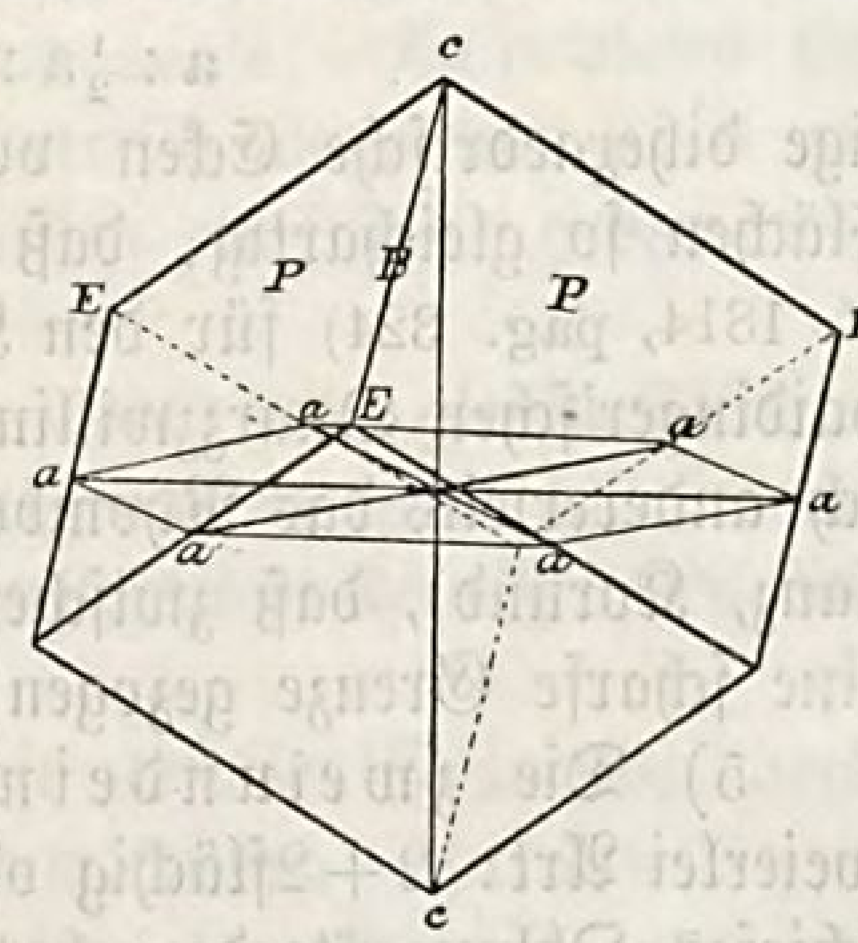


4) Das dreigliedrige Oktaeder ist 3+1flächig, die eine Fläche ist gleichseitig, und die drei Flächen sind gleichschenklig. Man macht es sich leicht, indem man an irgend einem Rhomboeder im Gleichgewicht durch



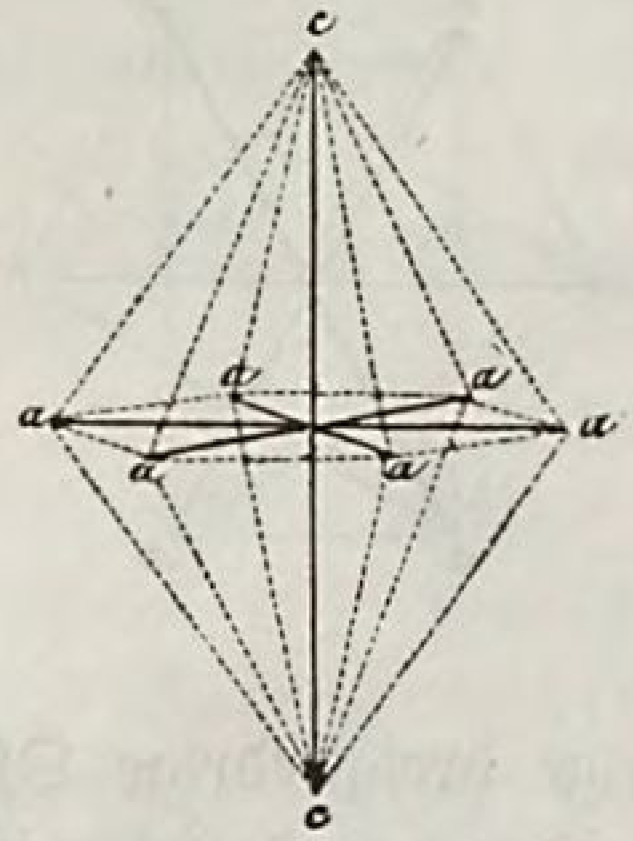
je 3 Seitenecken Flächen legt, welche die Endecke gerade abstumpfen. Es muß dann diese neue Fläche ein gleichseitiges Dreieck bilden, während die Rhomboederflächen zu gleichschenkligen werden. Die drei Basalschnitte sind drei congruente Oblongen, daher haben wir 3 + 3 Kanten, und drei gleiche Axen a : a : a, die sich aber unter gleichen schiefen Winkeln von 60° schneiden. Die drei gleichen Ecken sind 2 + 2kantig und 2 + 1 + 1flächig.

Wollen wir zu einem Rhomboeder das zugehörige dreigliedrige Oktaeder suchen, so schreiben wir das dreigliedrige Tetraeder ein, dasselbe ist 3 + 3kantig, denn es hat ein gleichseitiges Dreieck zur Basis, auf welchem sich drei gleichschenklige Dreiecke als Pyramide erheben, und aus diesem schneidet man dann das Oktaeder. Wir lassen die Sache, weil sie zur Darstellung des Systems nicht nothwendig ist. Denn da das Rhomboeder vermöge der Congruenz der Flächen ins Gleichgewicht gebracht werden kann, so genügt es zur Bestimmung der drei gleichen und schiefen Axen a : a : a, welche von Mittelpunkt zu Mittelpunkt der Flächen gehen, wie die Axen der Würfel. Da aber durch diese Stellung die Symmetrie des Bildes gestört wird, und da ferner im Rhomboeder eine einzige 1 steckt, welche die Ecken A (Nr. 4 pag. 19) verbindet, so stellt man den Krystall nach dieser Linie AA aufrecht, und nimmt dieselbe als Hauptaxe cc, gegen welche die drei Flächen P und drei Endkanten B eine gleiche Neigung haben. Die Seitenkanten mit den Seitenecken liegen dann im Zickzack. Durch die Mitte der Zickzackkanten kann man ein reguläres Sechseck legen, denn jede Seite aa desselben geht der Diagonale EE parallel, ist also halb so groß, und da die drei horizontalen Diagonalen EE ein gleichseitiges Dreieck bilden, so muß das Sechseck, dessen drei gleiche Diagonalen aa sich im Mittelpunkt unter 60° halbiren, regulär sein. Die Rhomboederfläche geht also von a : a : ∞a : c. Die Axe c steht senkrecht gegen die Axenebene der a. Im Allgemeinen ist die Hauptaxe c von a verschieden, wenn jedoch das Rhomboeder einen Endkantenwinkel 98° 12′ 48″ hätte, so müßte c = a sein, ein nicht undenkbarer Fall.

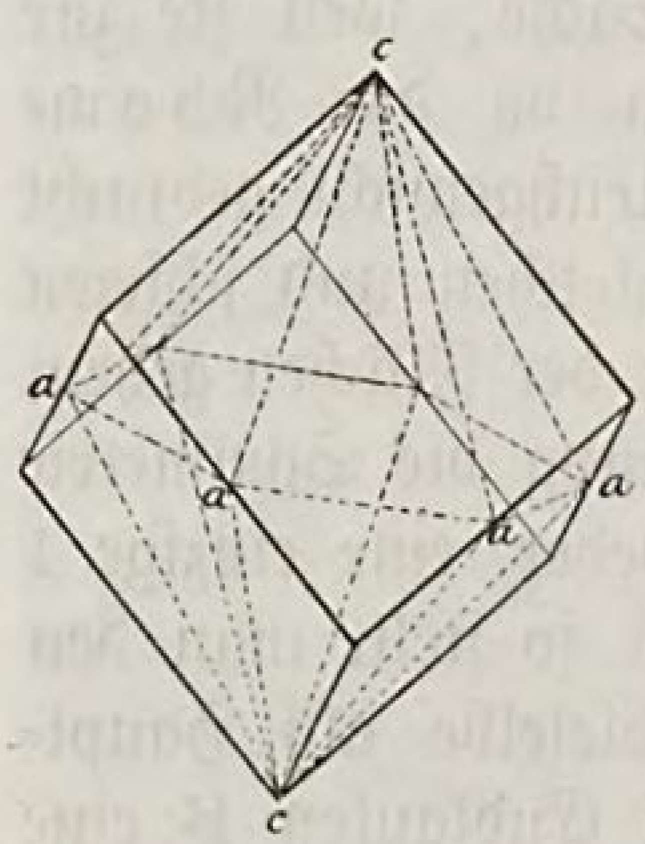


Macht man sich ein Axengestell dieses 3 + 1axigen Systems, so treten die Rhomboederflächen nur in den abwechselnden Sextanten auf, die andere Hälfte bleibt leer; erst durch Füllung dieser entsteht das

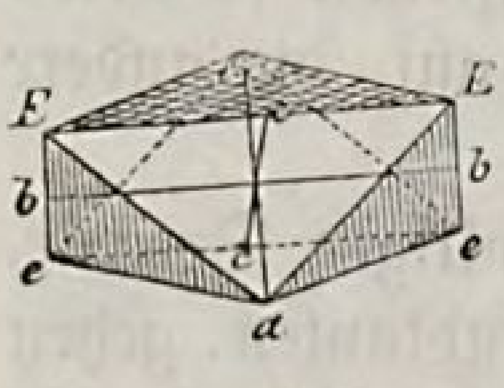
Dihexaeder mit 6 parallelen Paaren gleichschenkliger Dreiecke, deren Basen a : a in der Ebene der Axen a liegen; 6 Endkanten gehen von a : c, so daß die Hauptecke in der Axe c 6flächig und 6 kantig ist, die 6 Seitenecken sind 2 + 2kantig. Man kann daher das Rhomboeder als den Halbflächner des Dihexaeder ansehen, und deshalb ist das dihex-



aedrische System auch wohl dirhomboedrisches genannt, worauf Weiß schon 1809 aufmerksam machte. Schreibt man demnach auf eine Fläche 0, auf die anliegenden 1 ꝛc., so geben die wachsenden Nullen und Eins je ein Rhomboeder, beide unterscheidet man in den Zeichen
a : a : ∞a : c und a' : a' : ∞a : c. Da der **Würfel** als ein Rhomboeder angesehen werden kann, dessen Endkanten den Seitenkanten gleich sind, so darf man ihn nur nach einer Ecke cc aufrecht stellen, die Zickzackkanten in a halbiren, so sind ca die Endkanten und aa die Seitenkanten des eingeschriebenen Dihexaeders. Diese gefällige Dihexaederform hat in der Endkante 131° 48′ 37″ (Winkel der gebrochenen Oktaederkante des Leucitoeder a : a : $\frac{1}{2}$a) und in der Seitenkante 109° 28′ 16″ (Winkel des regulären Oktaeder). Der Name Dihexaeder (Doppelwürfel) kann daher auch auf diesen Ursprung anspielen, und jedenfalls ist das die leichteste Weise, sich den Körper zu schneiden. Nach unserm Gange der Entwickelung, den ich auch in der Methode der Krystallographie eingeschlagen habe, sollte man das Dihexaeder als ein Dirhomboeder ansehen. Doch kommen andererseits beim Pyramidenwürfel a : $\frac{1}{2}$a : ∞a und bei mehreren 48flächnern selbstständige dihexaedrische Ecken vor. Auch sind beim Quarz und andern die Flächen so gleichartig, daß Weiß den Namen Quarzoeder (Abh. Berl. Ak. 1814, pag. 324) für den Körper vorschlug. Später ist jedoch durch die Haidinger'schen Quarzzwillinge die Ansicht wieder erschüttert. Auch mischt sich andererseits das Rhomboeder so auffallend mit dem Dihexaeder (Eisenglanz, Korund), daß zwischen dreigliedrigem und sechsgliedrigem Systeme keine scharfe Grenze gezogen werden kann.



5) Die zweiundeingliedrigen Oktaeder sind auch wieder zweierlei Art: 2 + 2flächig oder 2 + 1 + 1flächig. Das 2 + 1 + 1 flächige (schiefes Oblongoktaeder) hat noch einen oblongen Basalschnitt, aber die Dreiecke darüber sind dreierlei: die gleichschenkligen 1 + 1 (EaE) haben EE zur gemeinsamen Basis, aber die Schenkel des einen sind länger als die des andern, die 2 (Eae) dagegen sind ungleichseitig und congruent. Stellt man das Oblongoktaeder nach seiner 4kantigen Ecke (a) aufrecht, und bewegt die Axe a in der Axenebene ac aus ihrer senkrechten Stellung ein wenig heraus, so kommt das verlangte Oktaeder. Man erhält es aus der schiefen Rhombsäule Nr. 5, wenn man daraus sich das zugehörige Tetraid schneidet. Oder wenn es sich blos um die Existenz und nicht um die Entwickelung desselben handelt, so darf man nur an jenem Hendyoeder die hintere Ecke A durch x so abstumpfen, daß

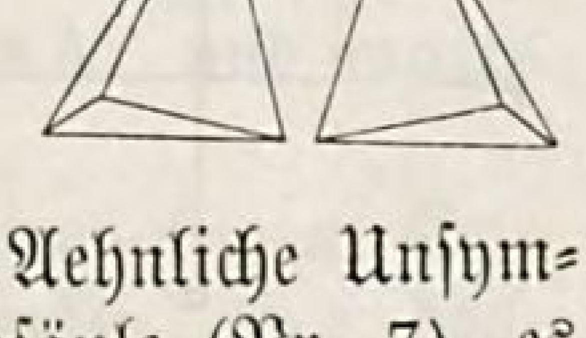


x/M = x/M, beide aber verschieden von P/M = D sind. Wir haben dann einen oblongen Basalschnitt EEee, in welchem sich die Axen bb und cc rechtwinklig schneiden, dagegen die beiden andern Basalschnitte congruente Rhomboide bilden. Daraus folgt die Symmetrie des Krystalles von links und rechts, und eine Ebene acac muß senkrecht auf dem oblongen Basalschnitt EEee stehen, folglich auch b auf die Axen a und c. Dagegen zeigt die Rechnung, daß a und c sich unter schiefen Winkeln schneiden. Wir haben also drei verschiedene Axen abc, von denen je zwei ba und bc auf einander rechtwinklig, ac dagegen schiefwinklig stehen. Den stumpfen Winkel kehrt man gewöhnlich auf die Vorderseite a, und den scharfen auf die hintere a'. (In der Figur ist Axe cc etwas aus der Lage nach rechts gerückt, weil sie sonst nicht sichtbar würde, wenn man sie parallel Ee zeichnete, wie sie in der Natur geht.)

Das 2+2flächige Oktaeder pag. 26 leitet man aus der schiefen Oblongsäule Nr. 7 pag. 21 ab: da die vordern Ecken EE andere sind als die hintern AA, so können die vier Flächen nicht mehr congruent sein, wie man leicht aus dem zugehörigen Tetraide sieht. Jedes Paar Ecken gibt ein Paar Flächen a : b : c vorn und a' : b : c hinten (Augitpaare Weiß, Klinodomen Naumann, Dièder de l'Isle), sämmtliche Dreiecke ungleichseitig, weil die drei Kanten des Hexaides ungleich lang sind. Die von Ecke zu Ecke laufenden Oktaederaxen gehen den Kanten des zugehörigen Hexaides parallel, schneiden sich also wie diese unter zwei rechten und einem schiefen Winkel. Die Basalschnitte selbst sind zwei verschiedene Rhomben aba'b und bcbc', und ein Rhomboid aca'c. Auch dieses Oktaeder bleibt noch nach links und rechts symmetrisch, wird nur vorn anders als hinten, und jede zwei Augitpaare müssen ein solches geben, wofern sie nicht in einer Zone liegen.

6) Das eingliedrige Oktaeder hat weder zwei gleiche Flächen, noch zwei gleiche Kanten, alles tritt nur einzig auf, versteht sich immer, daß man das Parallele nicht mitzählt. Es entsteht aus dem Henhenoeder Nr. 6 d. h. aus dem allgemeinen Hexaide.

Betrachten wir die Tetraide für sich, so zerfallen sie in zwei merkwürdige Gruppen, in symmetrische und unsymmetrische. Zu den symmetrischen gehören das reguläre, viergliedrige, dreigliedrige, und von den zwei- und zweiunddeingliedrigen die aus dem geraden und schiefen Oblongoktaeder abgeleiteten. Hier sind beide das Tetraid und Gegentetraid einander congruent. Anders ist es dagegen bei den unsymmetrischen. Schneidet man sich aus der Oblongsäule mit Geradendfläche (Nr. 3) beide Tetraide, so sind sie zwar von gleichen Flächen und Kanten begrenzt, man kann sie aber nicht parallel neben einander stellen, sondern wenn man sie auf eine Fläche neben einander legt, so schaut das eine mit seiner Spitze nach links, das andere nach rechts: das eine ist also dem andern umgekehrt gleich und congruent.



Aehnliche Unsymmetrie findet sich bei dem Tetraide der schiefen Oblongsäule (Nr. 7), es

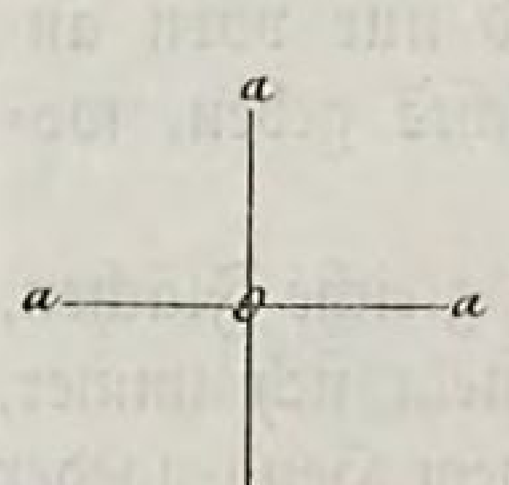
ist 2+2flächig. Endlich auch bei den 1+1+1+1flächigen. Naumann nennt die nicht regulären Sphenoide, Haidinger das unsymmetrisch zweigliedrige Tartaroid, weil es beim Weinstein (Tartarus) selbstständig vorkommt. Die genauere systematische Auseinandersetzung siehe Grundriß der Krystallographie pag. 94.

Axen.

Nachdem wir uns überzeugt haben, daß aus je vier beliebigen sich in 6 Zonen schneidenden Flächen ein Oktaid entsteht, in welchem drei Linien (Axen) sich im Mittelpunkte halbiren, so können wir nun von diesen Linien sprechen. Die Axen gehen entweder alle drei von Ecke zu Ecke, oder nur eine von Ecke zu Ecke, die andern beiden den Seiten eines Basalschnittes parallel. Wie alles am Krystall beweglich gedacht werden muß, so auch diese Linien: es sind Richtungen, die in jedem Punkte des Krystalls wirken. Von ihrer Kenntniß, die wir lediglich dem verstorbenen Weiß verdanken, datirt eine Epoche der Krystallographie. Alles, was Spätere daran modelten, hat den Kern der Sache nur wieder verhüllt. Die Axenrichtungen allein sind die wirkenden Kräfte, als deren Resultanten die Flächen gedacht werden müssen; namentlich darf man auch nicht Axenebenen an ihre Stelle setzen.

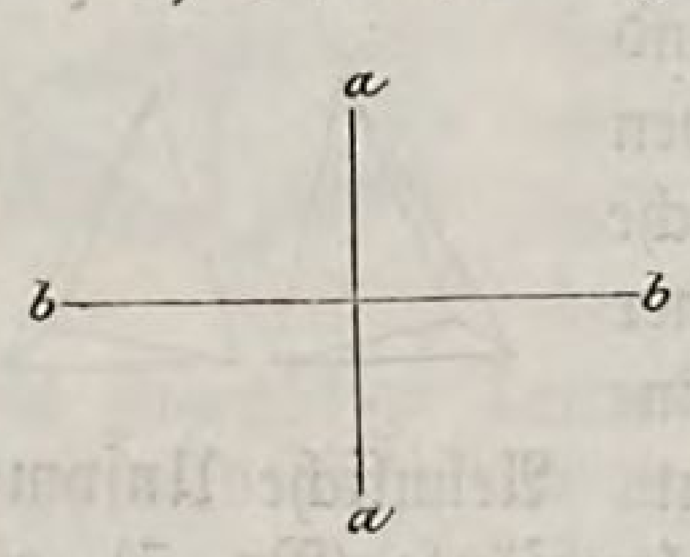
I. Alle drei Axen wirken auf einander rechtwinklig (orthometrisch):

1) Gleiche Axen a:a:a bestimmen uns das **reguläre** Oktaeder, man darf sich nur zwei gleiche Linien aa und aa, die sich in o halbiren, auf das Blatt zeichnen, und dann eine dritte gleich lange Linie oa in o senkrecht gegen das Blatt erheben, so hat man die einfachste Anschauung vom regulären Oktaeder. Das Zeichen a:a:a ist so einfach, daß es weiter keiner Symbole bedarf, auch liegt darin von selbst, wegen der vier gleichen Quadranten, die Vierdeutigkeit des Zeichens.



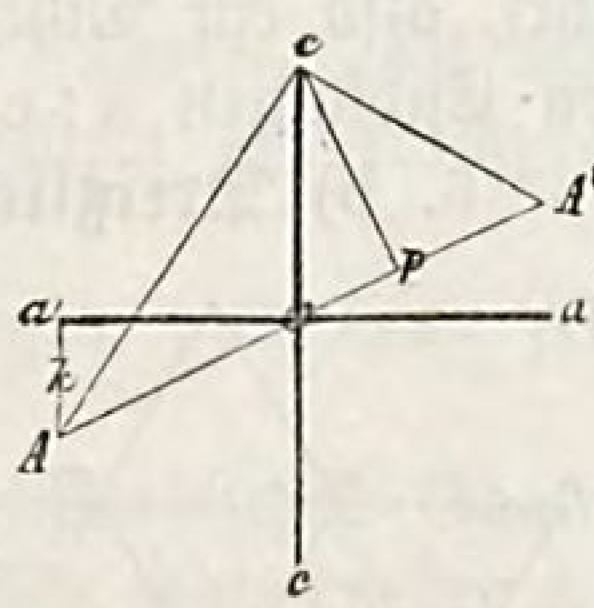
2) 2+1 Axe a:a:c bestimmen uns das **viergliedrige** Oktaeder: man darf sich nur die aufrechte Axe c (Hauptaxe) größer oder kleiner als a denken, so haben wir die Anschauung. Das Zeichen deutet gleich an, daß die Seitenkanten a:a von den Endkanten a:c verschieden seien, und daß die Dreiecke congruent und gleichschenklig sein müssen.

3) 1+1+1 Axe a:b:c bestimmen uns das **zweigliedrige** Oktaeder: die aufrechte Hauptaxe nennt Weiß immer c, die nach vorn gehende a und die seitliche b. Wir ersehen daraus, daß die dreierlei Kanten a:b (Seitenkante), a:c (vordere Endkante) und b:c (seitliche Endkante) von einander verschieden, und folglich die vier Flächen ungleichseitige congruente Dreiecke sein müssen.



Anmerkung. Leider herrscht in der Benennung der Axen bei den Krystallographen keine Uebereinstimmung. Mohs und Naumann heißen die aufrechte Axe a (unser c), dagegen stimmt b Naumann mit b Weiß, aber mit c Mohs, und c Naumann mit a Weiß und b Mohs. Bei 2+1gliedrigen Systemen nennt Naumann dann wieder die sogenannte Klinodiagonale b=1, welche consequenterweise c heißen müßte. Der Mathematiker wird übrigens die aufrechte Axe leichter als c merken, weil sie in der Coordinaten-Theorie der Axe der z entspricht, a und b dagegen der x und y. Abgesehen davon, daß beim viergliedrigen System die Symmetrie mit dem regulären verlangt, die beiden gleichen Axen noch a : a zu nennen und die aufrechte c. Und warum denn von der Bezeichnung des Begründers abweichen?

II. Nicht alle drei Axen wirken auf einander rechtwinklig (klinometrisch). Die Frage, ob die unbedeutende Schiefe einzelner Axen auf einander, welche nach scharfen Messungen anzunehmen man öfter gezwungen ist, nur von Störungen in der Ausbildung herrühre oder im tiefern Innern des Krystalls ihren Grund habe, ist noch nicht entschieden. Jedenfalls erwächst mit schiefen Axen eine größere Mühe des Rechnens: wo man daher rechtwinklige Axen nehmen kann, verdienen sie unbedingt den Vorzug. Sind dagegen schiefe Winkel unumgänglich, so wähle man die Axen wenigstens den rechtwinkligen möglichst nahe. So machte es Weiß. Mohs und Naumann dagegen sagen, da nun einmal schiefwinklige Axen gefunden werden, so nehmen wir sie auch recht schief. Dadurch erleiden die Flächen eine sehr verschiedene Bezeichnung, was das Verständniß außerordentlich erschwert.



4) Die ungleichen Axen A : b : c weichen in der Axenebene Ac nur um Weniges vom rechten Winkel ab, **zweiundeingliedriges Oktaeder.** Man stellt das Oktaeder gern so, daß der stumpfe Winkel coA nach vorn schaut, dann liegt der scharfe coA' hinten. Natürlich ist nun Kante A : c vorn von A' : c hinten verschieden, während die beiden seitlichen Endkanten b : c und die beiden Seitenkanten A : b links und rechts je einander noch gleich bleiben. Die Oktaederflächen theilen sich daher in 2+2 ungleichseitige Dreiecke (Abc vorn und A'bc hinten), das System kann es nicht mehr zu vier gleichen Gliedern bringen. Da Axe b senkrecht auf Axenebene AcA' bleibt, so müssen boc und boA noch rechte Winkel sein. Behufs der Rechnung ziehe man eine Linie aa' senkrecht gegen cc und Aa parallel cc, so kann man mit der rechtwinkligen Axe oa rechnen, indem man das kleine Perpendikel aA = x als Correction in die Formel einführt. Der Winkel aoA zeigt die Abweichung vom rechten an. Mohs fällte dagegen ein Perpendikel cp auf AA', und nannte den Winkel pco (=Aoa) die Abweichung.

Man könnte sich bei diesem monoklinometrischen (monoklinen) Systeme zwei Axen, ja selbst alle drei einander gleich denken, und doch

könnte es wegen der Schiefe zu keiner größern Gleichheit der Glieder als 2 kommen.

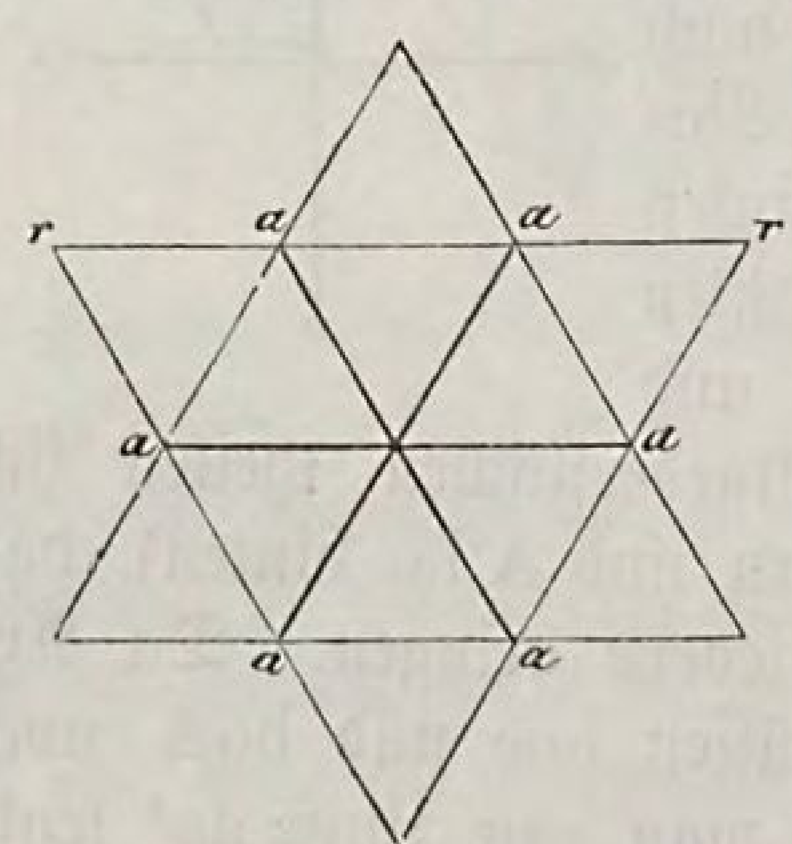
5) Von den ungleichen Axen A : B : c können je zwei Ac und Bc oder sogar alle auf einander schief stehen, **eingliedriges Oktaeder.** Hier muß alles ungleich sein. Zwar könnte man meinen, wenn noch ein Axenpaar AB auf einander senkrecht stünde, müßten beide Kanten AB links und rechts einander noch gleich bleiben. Allein man sieht sogleich, daß sie gegen die aufrechte c, welche auf Ebene AB doppelschief steht, nicht mehr symmetrisch liegen, folglich auch nicht mehr gleich sein können.

Naumann unterscheidet noch ein diklinometrisches (diklines) System, schiebt statt der linearen Dimensionen die Axenebenen unter: es muß dabei noch ein Paar Axenebenen z. B. Ebene AB auf Bc senkrecht stehen. Auf die Symmetrie des Krystalls hat das gar keinen Einfluß, und merkwürdiger Weise kann bei diesem Naumannschen System von den drei Lineardimensionen A : B : c keine auf der andern senkrecht bleiben. Man macht sich dieses leicht an einer Oblongsäule mit doppelschiefer Endfläche pag. 21 klar, an welcher keine der Kanten auf einander senkrecht stehen kann; und umgekehrt, wenn ein Paar der Kanten auf einander rechtwinklig steht, so kann kein Paar der Axenebenen einen rechten Winkel bilden. Das ist ein merkwürdiger Widerspruch! Methód. Kryst. pag. 129.

III. Dreiundeinaxige Systeme. Die eine Hauptaxe c steht aufrecht und senkrecht gegen die drei gleichen Nebenaxen aaa, welche sich unter 60° schneiden.

6. a) **Sechsgliedriges System.** Denkt man sich die Axe c aufrecht, so kann man durch c : a : a : ∞a eine Fläche legen, die sechsmal wiederkehrt, also ein Dihexaeder bilden muß. Die Seitenkanten a : a sind von den Endkanten a : c verschieden.

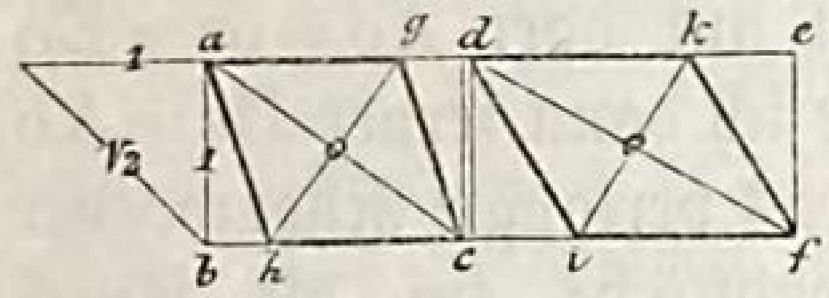
6. b) **Dreigliedriges System.** Denkt man sich dagegen nur die abwechselnden Sextanten ausgefüllt, so entsteht in c eine rhomboedrische Ecke. Man sieht leicht ein, daß die Ausfüllung der andern Hälfte ein Gegenrhomboeder rrr geben muß, das sich nur durch seine Stellung vom ersten unterscheidet. Bezeichnet man das eine mit ½ (c : a : a : ∞a), so das andere ½ (c : a' : a' : ∞a). Die Sache wird klar, wenn man das vergleicht, was oben pag. 29 beim Rhomboeder gesagt wurde. Wo es selbstverständlich ist, lasse man das ½ weg.



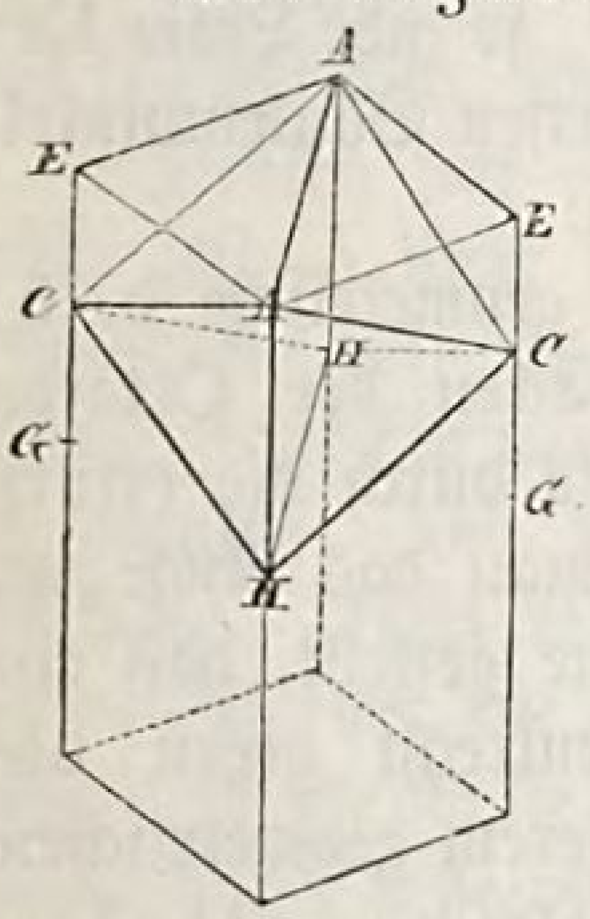
Verfertigung der Oktaide.

Da sich in jedes Hexaid ein Tetraid einschreiben läßt, aus diesem aber das Oktaid folgt, so könnte man auf solche Weise sich leicht alle Oktaide verschaffen, wenn man dazu nicht zu viel Holz brauchte, abgesehen davon, daß die Schnitte der Hexaide unnöthige Mühe bereiten. Zweckmäßiger ist es daher aus der Säule.

Säulen von gegebenem Verhältniß werden auf folgende Weise verfertigt:



Man hobelt einen Parallelraum aefb, nennt Dicke ab = 1, und construirt im rechtwinkligen Dreieck 11 die $\sqrt{2}$; punktirt ferner das Oblongum abcd, worin ad = $\sqrt{2}$, errichtet im Mittelpunkt o auf der Diagonale ac das Perpendikel gh, zieht von g nach c und von h nach a, so ist agch ein Parallelogramm mit dem Oktaederwinkel 1 : $\sqrt{2}$, denn das Dreieck cog ist dem Dreieck adc ähnlich. Macht man de = bd = $\sqrt{3}$, und errichtet im Mittelpunkte des Oblongum cdef wieder ein Perpendikel ik auf df, so ist aus denselben Gründen dkfi ein Parallelogramm 1 : $\sqrt{3}$ mit 120°. Auf diese Weise kann man jeden beliebigen Winkel construiren, und zur Verfertigung der Modelle verwerthen, ohne einen unnöthigen Hobelschnitt zu machen. Auch kommt stets der möglich größte Umfang heraus.



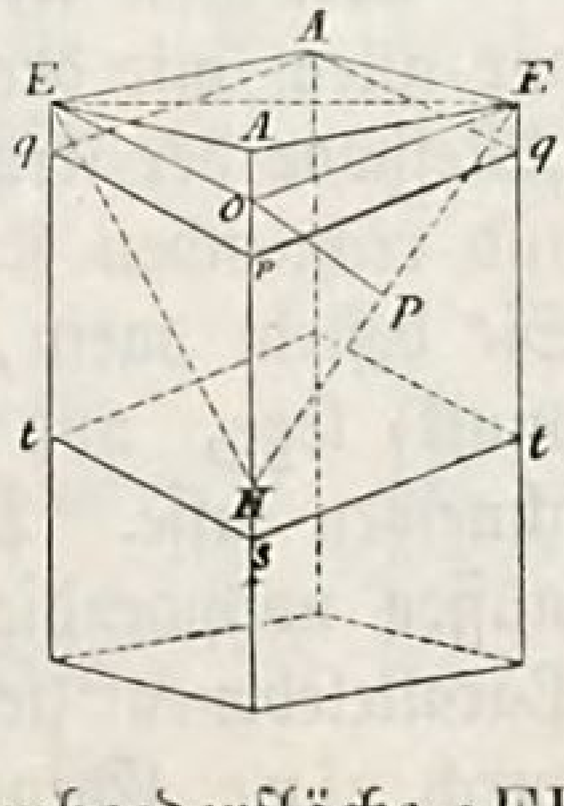
Das reguläre Oktaeder entsteht aus der geraden rhombischen Säule von $109\frac{1}{2}°$ (1 : $\sqrt{2}$), da dies der Oktaederwinkel ist. Zu dem Ende trage man die kurze Diagonale AA nach AH, mache EG = AH, halbire diese in C, ziehe von C nach den vier Punkten AAHH, so entsteht das Oktaeder CAAHHC. Der Beweis ist leicht zu führen.

Viergliedrige Oktaeder entstehen aus geraden rhombischen Säulen von einem Winkel, der den Seitenkanten des verlangten Oktaeders entspricht. Man verfährt bei der Bereitung ganz wie vorhin. Legt man die kurze Diagonale AA nach AH, so entsteht ein scharfes, legt man dagegen die lange Diagonale EE nach EG, so entsteht ein stumpfes Oktaeder.

Würde man AH länger oder kürzer als AA machen, und EG = AH in C halbiren, so entstünde ein Oblongoktaeder.

Zweigliedrige Oktaeder macht man aus rhombischen Säulen mit Schiefendfläche. Wäre AEAE eine solche, so trüge man wieder AA nach AH, machte EG = AH, halbirte in C, und zöge das Oktaeder CAAHHC.

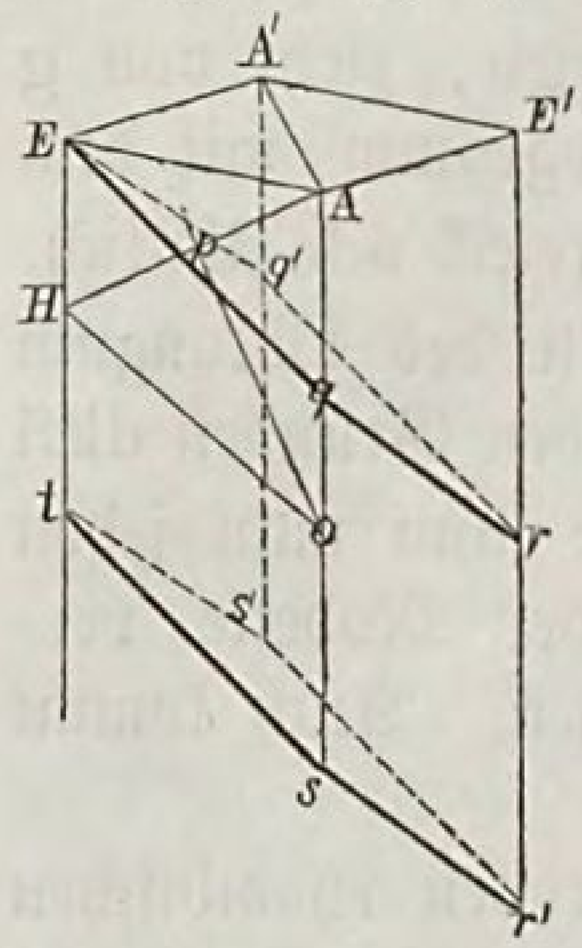
Ein zweiundeingliedriges käme, sobald man AH größer oder kleiner als AA machte; das eingliedrige auf die gleiche Weise, nur muß statt der schiefen eine doppelschiefe Endfläche genommen werden.



Dreigliedrige Oktaeder macht man aus Rhomboedern. Rhomboeder aber am besten aus geraden rhombischen Säulen. Für stumpfe Rhomboeder muß man die Schiefendfläche auf die stumpfe Säulenkante setzen. Zu dem Ende trägt man EE nach EH, errichtet im Halbirungspunkt p ein Perpendikel op, so ist oEEH die Endecke eines Rhomboeders von dem Endkantenwinkel der Kante H. Da die Rhomboederfläche oEE

erst durch den Mittelpunkt der Geradendfläche AEAE geht, so kann man sie leicht durch das hintere A legen, man macht nur vorn Ao=or=Eq, so geht die Rhomboederfläche durch Aqrq. Mache ich dann ferner Hs=Ao, und ziehe durch s Parallelen, so ist s t q r q t A das verlangte Rhomboeder.

Für **scharfe** Rhomboeder muß die Schiefendfläche auf die scharfe Säulenkante gesetzt werden. Zu dem Ende nimm die kurze Diagonale AA' in den Zirkel, und mache AH =AA', dann gibt das Perpendikel auf AH im Mittelpunkte p errichtet und bis zum Durchschnitte mit der stumpfen Kante verlängert den gesuchten Punkt o, welcher mir die Schiefe oH bestimmt. Um die Schiefendfläche von dieser Richtung durch E zu legen ziehe Eq der Ho parallel, mache E'r=2Aq, so ist rqEq' die Fläche des gesuchten Rhomboeders mit scharfem Endkantenwinkel, Eq=qr ist die Länge der Kanten. Macht man dann Eq=Et=ts=sr', so gibt Linie Er' die Hauptaxe eines scharfen Rhomboeders mit dem scharfen Säulenwinkel in der Endkante, r • o • s und q • s' • t die Seitenecken.



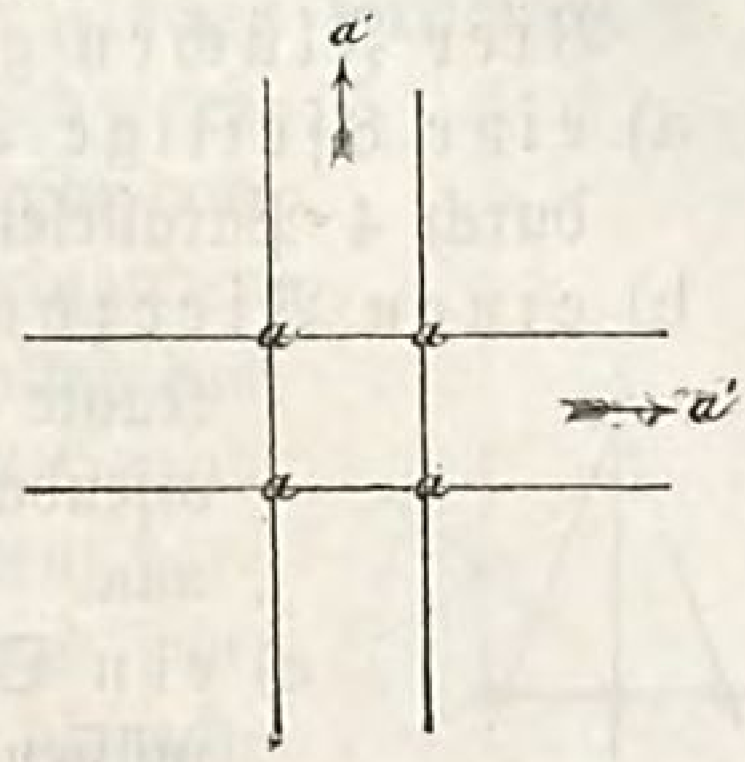
Die Zeichnung der Oktaide ist gewöhnlich eine geometrische d. h. eine orthographische Projection: man fällt von den Ecken der Oktaide Senkrechte auf die Zeichnungsebene, verbindet die Orte durch die erforderlichen 12 Kanten, so ist das Bild fertig. Denkt man das Auge im Unendlichen und so gegen Krystall- und Zeichnungsebene gestellt, daß ein Gesichtsstrahl durch den Mittelpunkt des Krystalls senkrecht gegen die Zeichnungsebene steht, so sieht man den Krystall in unserem geometrischen Bilde. Dasselbe erscheint zwar etwas verzogen, aber alle parallelen Kanten bleiben sich parallel. Da die Ecken der Oktaide den Endpunkten der drei Axen entsprechen, so fällt die Aufgabe mit der Projection der drei Axen abc zusammen. Wir wollen das hier nicht durchführen, und verweisen auf den Grundriß der Krystallographie pag. 363.

Projectionslehre.

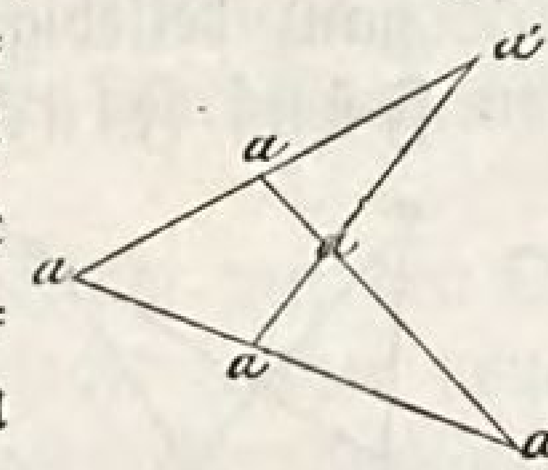
Wer von Krystallen schnell ein klares Bild bekommen will, muß sich vor allem mit der Projection vertraut machen. Ich habe sie in meiner „Methode der Krystallographie 1840" und im Grundriß der bestimmenden und rechnenden Krystallographie 1873" weitläufiger auseinander gesetzt. Sie besteht darin, daß ich alle Flächen durch einen Punkt (Scheitelpunkt) lege, und dieselben dann eine beliebige Ebene (Projectionsebene) schneiden lasse. Wenn ich aber alle Flächen durch einen Punkt lege, so müssen nothwendig die Parallelen zusammenfallen. Jeder zwischen zwei Parallelebenen liegende Raum (Krystallraum, Parallelraum) wird also durch eine Ebene (Reductionsebene) vertreten. Jede Reductionsebene

muß die Projectionsebene in einer geraden Linie (Sectionslinie) schneiden, nur die eine nicht, welche der Projectionsebene parallel geht. Ferner müssen die Flächen *einer* Zone durch eine gemeinsame Linie (Zonenaxe) gehen. Die Zonenaxen selbst strahlen alle vom Scheitelpunkte aus, treffen die Projectionsebene unter Punkten (Zonenpunkten), in welchen sich sämmtliche Sectionslinien der zugehörigen Zone schneiden.

Beispiel. Legen wir durch die Basis des Quadratoktaeders eine Ebene aaaa, und verlängern dann die Seiten des Quadrats ins Beliebige, so liefern die vier sich kreuzenden Linien das Projectionsbild auf der zugehörigen Hexaidfläche. Der Endpunkt c wird in der Mitte über der Projectionsebene gedacht, von hier strahlen die vier Endkanten ca aus, so daß aaaa ihre vier Zonenpunkte sind. Die Punkte a'a' liegen im Unendlichen, ihre Zonenaxe ca' geht also der Projectionsebene parallel.

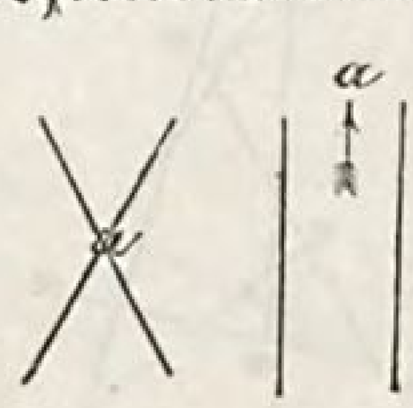


Denken wir jetzt die vier Oktaederflächen über sich hinaus verlängert, aber fest in ihrer Lage, und bewegen nun die Projectionsebene beliebig dagegen, so muß im Allgemeinen das Projectionsbild aaaaa'a' entstehen, worin aaaa noch die Endkanten, und a'a' die Seitenkantenzonenpunkte bezeichnen. Man macht sich dieses leicht klar, wenn man vom Oktaeder die Endecke beliebig wegschneidet, ohne daß eine Endkante der andern gleich getroffen wird. Diese Fläche wird dann das Trapezoid aaaa sein, dessen Seiten über sich hinaus verlängert zu den Zonenpunkten der Seitenkanten (a'a') führen. Der Endpunkt c hat immer außerhalb der Projectionsebene irgendwo in einem festen Punkte seine Lage, von dem dann alle Zonenaxen (in diesem Falle Oktaederkanten) nach den 6 Zonenpunkten hinstrahlen. Dieß eingesehen können wir wieder einen ganz allgemeinen Gang einschlagen.



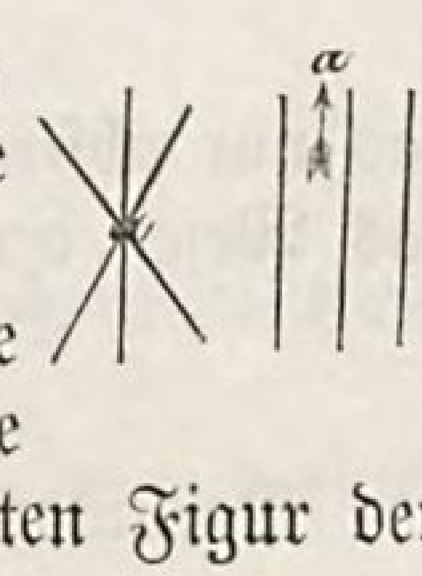
Eine Fläche ist durch eine Linie dargestellt, so lange sie der Projectionsebene P nicht parallel geht.

Zwei Flächen erzeugen ein Kreuz, solange die Projectionsebene die Zonenaxe schneidet; läuft dagegen die P der Zonenaxe parallel, so müssen die Sectionslinien auch einander parallel gehen, der Zonenpunkt a muß im Unendlichen liegen. Geht endlich P einer der Flächen parallel, so bleibt nur noch eine Sectionslinie.

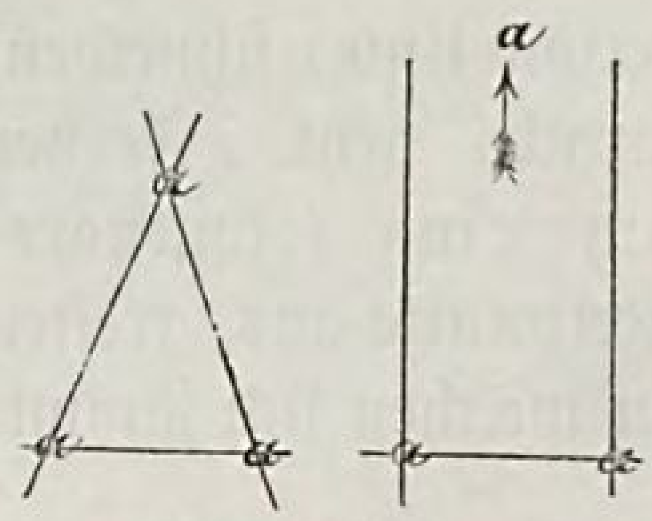


Drei Flächen bilden entweder eine

sechsseitige Säule, und zeichnen sich dann durch ein dreilinigtes Kreuz oder drei Parallelen aus, solange P eine vierte hinzutretende Ebene ist; oder ein



Hexaid, dieses muß im Allgemeinen drei Zonenpunkte haben, wovon einer im Unendlichen liegen kann, wenn die P einer Hexaidkante parallel läuft, wie das in der zweiten Figur der

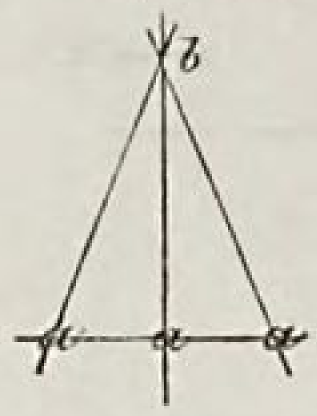


Fall ist, woran der Pfeil den im Unendlichen liegenden dritten Punkt anzeigt. Wird dagegen eine Hexaidfläche zur Projectionsebene, d. h. geht P einer Hexaidfläche parallel, so bleibt für das Projectionsbild nur ein einfaches Kreuz, weil die dritte Ebene nicht zum Schnitt kommt.

Vier Flächen geben dreierlei:

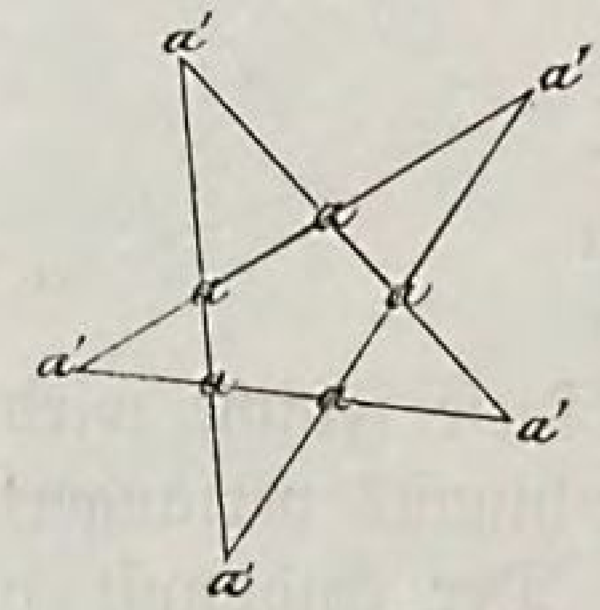
a) eine 8seitige Säule, durch ein vierlinigtes Kreuz, oder auch durch 4 Parallelen dargestellt;

b) einen Vierzonenkörper aaab, worin die 4te Ebene ab die Kante des Hexaides aab abstumpft. Es bezeichnet das offenbar nur eine sechsseitige Säule b mit Endfläche aaa. Endlich

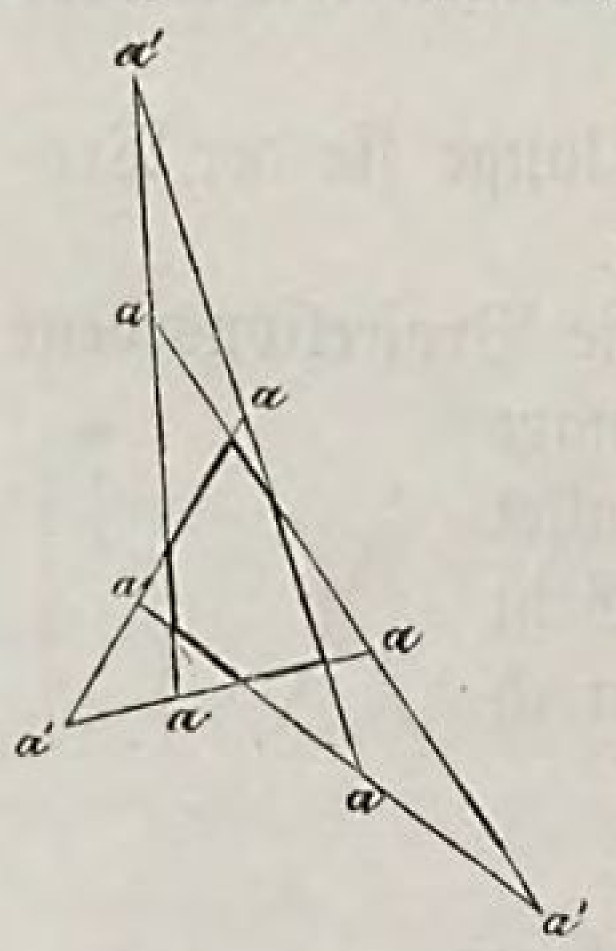


c) ein Oktaid, den allgemeinsten Fall: die vier Linien müssen sich in $1+2+3=6$ Punkten schneiden, weil nirgends drei in eine Zone fallen. Wir sind damit bei unserm obigen Projectionsbilde wieder angelangt, wo das Oktaid auf eine ganz beliebige Fläche projicirt wurde.

Fünf Flächen schneiden sich im Allgemeinen in $1+2+3+4=10$ Punkten, wovon fünf aaaaa in einem Fünfeck, und fünf a'a'a'a'a' außerhalb des Fünfecks liegen. Es würde uns das zu jenem merkwürdigen Pentagonalsysteme führen, was zwar in der Krystallographie keine Existenz hat, das aber bei der Gebirgslehre durch E. de Beaumont mit so vielem Scharfsinne Anwendung fand (Epochen der Natur pag. 229). Man kann diese Figur mit einem Federzuge (Druidenfuß) darstellen. Es entwickelt sich hier alles nach der Zahl 5. Vergleiche übrigens die pentagonalen Flächen beim Buntbleierz und Zink.



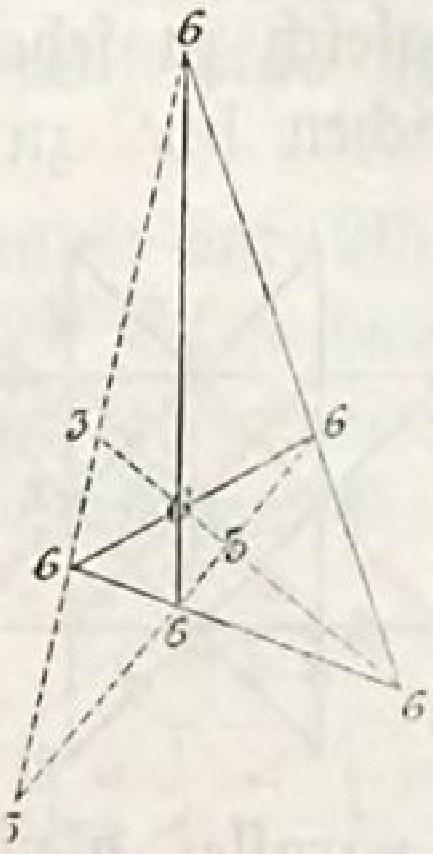
Sechs Flächen schneiden sich im Allgemeinen in $1+2+3+4+5=15$ Punkten, wovon sechs in einem Sechseck, sechs (aaaaaa) symmetrisch außerhalb des Sechsecks liegen, und die übrigen drei a'a'a' sich symmetrisch auf dem andern Raume vertheilen. Hierin entwickelt sich alles nach der Zahl 6, und man könnte es als den Ausgangspunkt des sechsgliedrigen Systems nehmen wollen, wenn dieß nicht zweckmäßiger aus dem regulären System selbst entwickelt würde. So ließe sich ins Unendliche fortfahren, für jede nte Linie würde zugleich die Zahl n die Hauptrolle spielen. Doch sind das nur abstracte mathematische Sätze, die höchstens Schlaglichter auf das Wesen der Zahl in den Krystallen werfen.



Deduction.

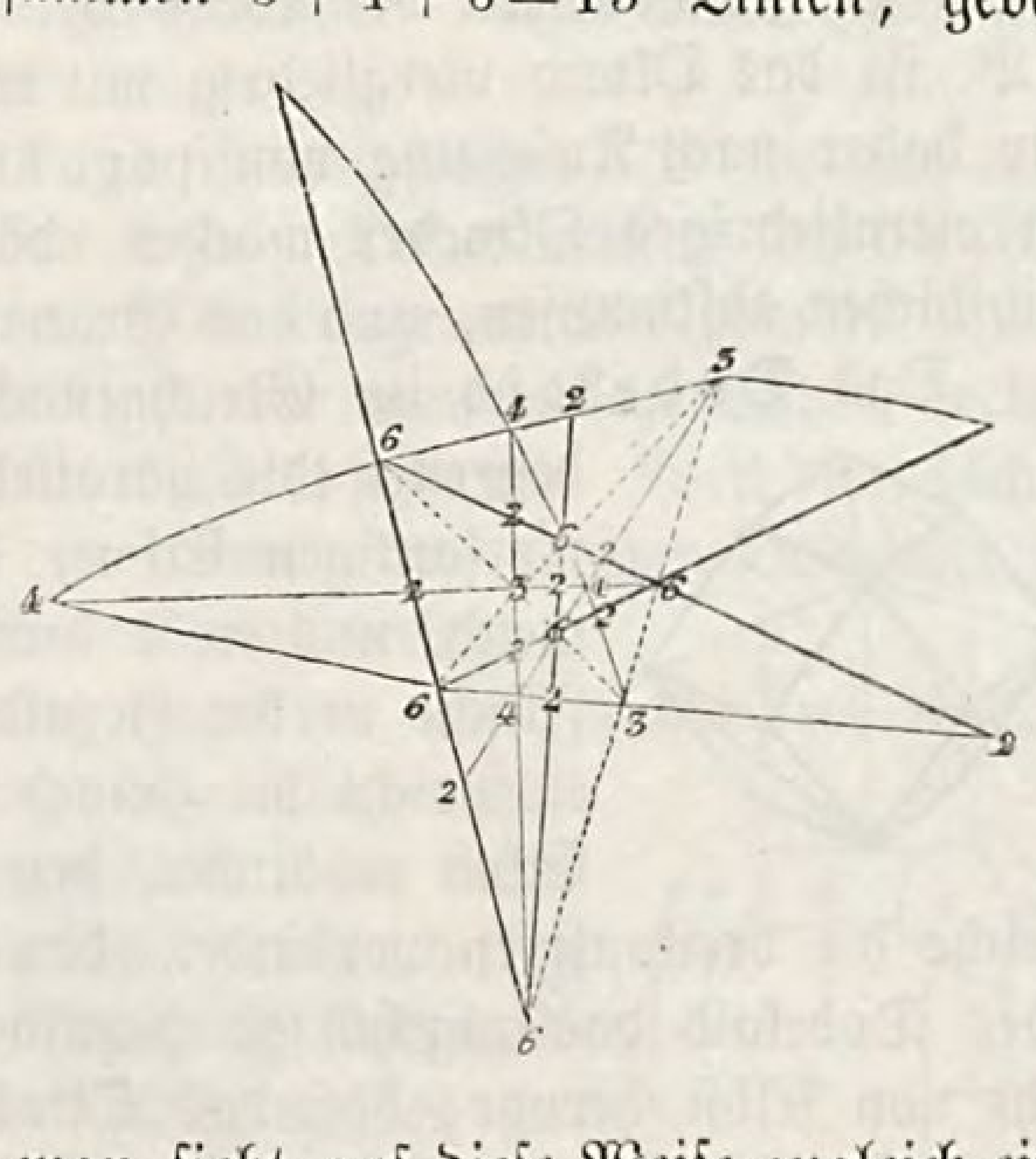
Darunter verstand Weiß das Ableiten von Flächen aus gegebenen

Zonen. Ohne diese Entwickelung ist gar kein tieferes Verständniß der Sache möglich. Die Flächen zeigen sich hierdurch als Resultanten von gegebenen Kräften. Säule, Hexaid und Vierzonenkörper lassen keine weitere Ableitung zu, weil die Zonenpunkte durch ihre eigenen Flächen schon alle untereinander verbunden sind. Erst beim Oktaide wird die Ableitung möglich, und deßhalb ist damit auch das ganze krystallographische System gegeben, wir dürfen nicht zu fünf oder gar mehr Flächen fortschreiten.



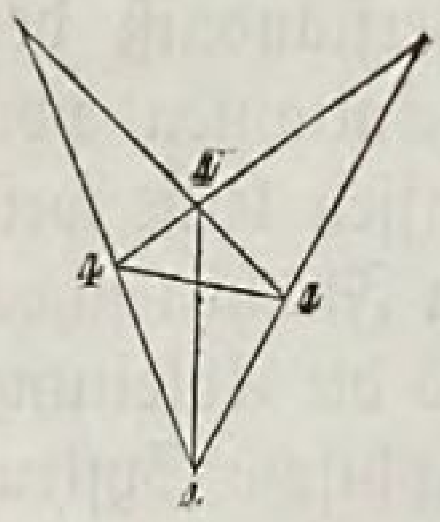
Das zugehörige Hexaid entsteht durch Verbindung der (6) Oktaidkanten. Es gibt das die drei neuen punktirten Linien, welche sich untereinander wieder in drei (3) neuen Punkten, den Kantenpunkten des Hexaides, schneiden. Da wir oben sahen, daß das Hexaid durch drei Linien, die sich in drei Punkten schneiden, dargestellt ist, so muß unser neuer Körper ein Hexaid sein. Zwei der Hexaidflächen verbinden die Punkte der abwechselnden Endkanten des Oktaides, müssen ihnen also parallel gehen, wie die dritte den Seitenkanten. Mit jedem beliebigen Oktaide ist daher auch ein auf diese Weise zugehöriges Hexaid gegeben. Jede Hexaidfläche muß am Oktaide als ein Parallelogramm erscheinen, weil sie nur in zwei Oktaidkanten liegt.

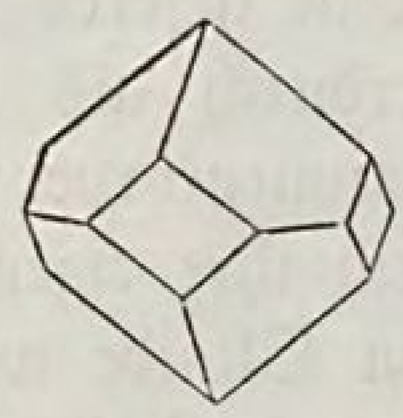
Das zugehörige Dodekaid verbindet die Hexaid- mit den Oktaidkanten, also die drei mit den sechs. Es sind nur sechs solcher neuen Linien möglich, daher hat der neue Körper auch nur sechs Parallelräume. Die sechs Linien schneiden sich in vier dreilinigen Zonenpunkten, mithin müssen die den Linien zugehörigen Flächen hier sechsseitige Säulen bilden. Außerdem schneidet jede Dodekaidlinie noch zwei Oktaidlinien in neuen noch nicht vorhandenen Punkten. Die Sektionslinien der drei Körper Hexaid, Oktaid und Dodecaid, zusammen $3+4+6=13$ Linien, geben $3+6+4+12=25$ Zonenpunkte:



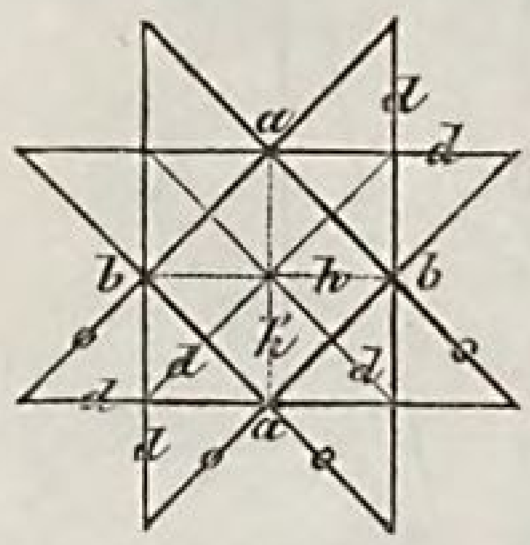
die 3 entsprechen den Hexaidkanten; die 6 den Oktaidkanten; die 4 den Dodekaidkanten, und die 12 den Diagonalzonen des Oktaides, welche in jedem Oktaiddreiecke von der Spitze nach dem Halbirungspunkt der gegenüber liegenden Kante gezogen werden. Da jedes Dreieck drei solcher Diagonalen hat, so müssen $3 \cdot 4 = 12$ vorhanden sein. Wir sind damit bei den schon oben pag. 20 erwähnten Grundzahlen 3, 4, 6, der Krystallsysteme angelangt, und man sieht auf diese Weise zugleich ein, daß die Sache nicht anders sein kann.

Verzeichnen wir das Dodekaid besonders, so besteht es aus einem





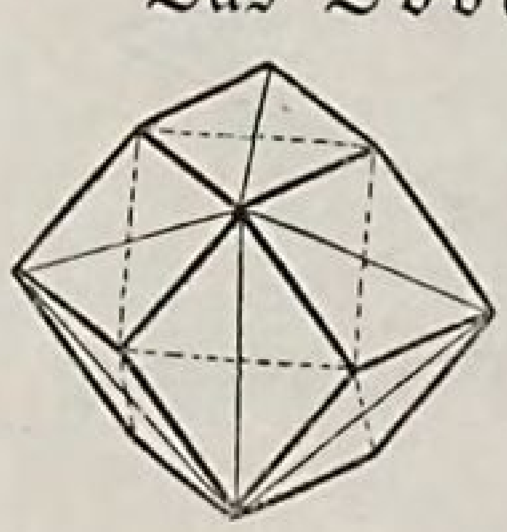
Oktaid 4444 mit zwei zugehörigen Hexaidflächen, welche die Seitenecken abstumpfen. Daraus folgen alle seine wesentlichen Eigenschaften. Das nebenstehende Dodekaid macht dieß deutlich. Will man endlich die Axenausdrücke finden, so darf man nur das ganze Dreikörpersystem auf eine der Hexaidflächen projiciren, um sogleich zu sehen, daß die Sectionslinien der beiden zugehörigen Hexaidflächen hh′ zu Axen genommen, das Oktaid o den Ausdruck a : b : c, das Dodekaid d den Ausdruck a : c : ∞b, b : c : ∞a habe. Nur über die Ausdrücke der Flächen h und d des Mittelpunktes könnte man im Zweifel sein. Allein man darf die Flächen d z. B. nur parallel mit sich verrücken, so muß ihre Sectionslinie, sobald sie durch a gelegt ist, auch durch b gehen, und da d in der Axe c liegt, so muß sie bei dieser Verrückung der c parallel bleiben, also a : b : ∞c sein. Dagegen bekommt h den Ausdruck a : ∞b : ∞c, und h′ = b : ∞a : ∞c, wenn man jede parallel mit sich verrückt und durch die Axeneinheiten a und b legt. Ehe wir weiter gehen, wird es gut sein, auch die



Dodekaide

einer kurzen Betrachtung zu unterwerfen. Zunächst muß das Dodekaid ins Gleichgewicht gebracht werden! Zu dem Ende dürfen wir nur sein Oktaid ins Gleichgewicht bringen, so daß sämmtliche Flächen Dreiecke sind. Alsdann lege die beiden Hexaidflächen durch die Mitte der Seitenkanten dieses Oktaides, und das Dodekaid im Gleichgewicht ist fertig. Hierauf beruht zu gleicher Zeit die Weise der Verfertigung. Beim Granatoeder z. B. ist das Oktaid viergliedrig mit rechtwinkligen Seitenkanten: ich darf mir daher nach Anleitung von pag. 35 nur aus der quadratischen Säule ein viergliedriges Oktaeder machen, die Seitenecken durch zugehörige Hexaidflächen abstumpfen, und das Granatoeder im Gleichgewicht ist gemacht.

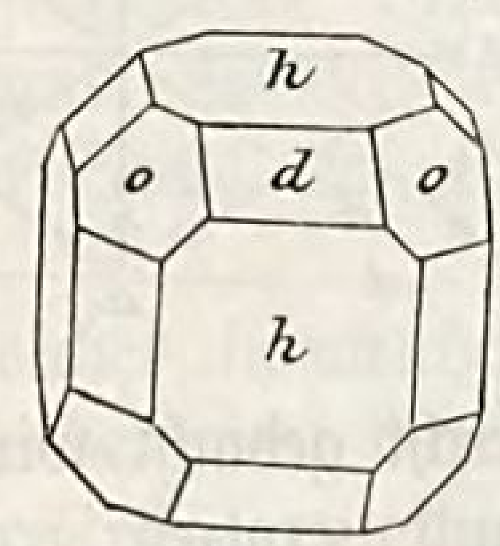
Das Dodekaid im Gleichgewicht wird von 6 Parallelogrammen begrenzt (die parallelen nicht gezählt), welche sich in 3 vierkantigen Ecken, den Endpunkten der Axen entsprechend, und in 4 dreikantigen Ecken schneiden. Da jede Fläche in der Hexaid- und Oktaidkante zugleich liegt, so entspricht die (feine) Diagonale, welche die vierkantigen Ecken verbindet, den Oktaidkanten, und die (punktirte), welche die dreikantigen verbindet, den Hexaidkanten. Man kann also in jedes Dodekaid das zugehörige Hexaid und Oktaid einschreiben. Daraus geht von selbst hervor, daß das Oktaid die dreikantigen und das Hexaid die vierkantigen Ecken abstumpft. Und wieder kann es nur so vielerlei Dodekaide geben, als entsprechende Hexaide oder Oktaide möglich sind.



Das reguläre Dodekaid oder **Granatoeder** ist ein solches, in

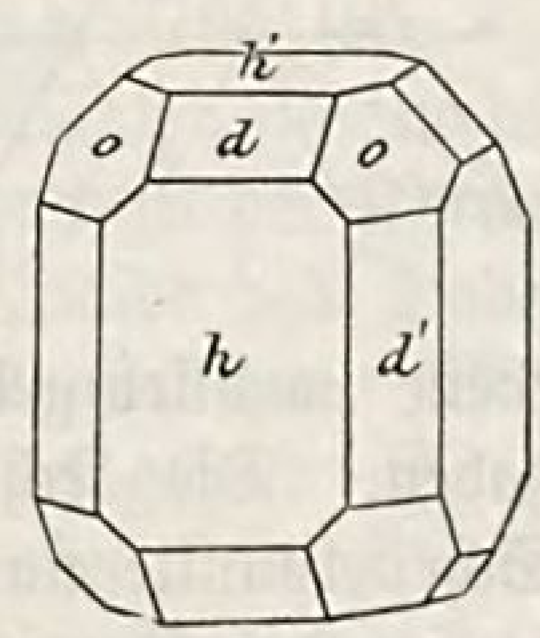
welches man einen Würfel und ein reguläres Oktaeder einschreiben kann, die Diagonalen sämmtlicher Flächen sind daher einander gleich, und folglich die Flächen congruent. Da die Kanten in vier sechsseitigen Säulen liegen, so müssen diese Säulen regulär sein, folglich Kanten von 120°. Der stumpfe ebene Winkel der Rhomben beträgt 109° 28′ 16″, ist also so groß als die Kanten des Oktaeders. Das Paar, welches derselben Axe parallel geht, schneidet sich unter rechten Winkeln; daher hat das Oktaeder des Granatoeders in den Seitenkanten rechte Winkel, worauf seine Anfertigung beruhte.

Oktaeder, Würfel und Granatoeder treten öfter zusammen auf (Bleiglanz, Gold ꝛc.): man mache einen Würfel h, stumpfe die Ecken durch das Oktaeder o gerade ab, indem man gleiche Kantenlängen wegschneidet, wodurch gleichseitige Dreiecke entstehen. Nimmt man dann mit dem Granatoeder d die Würfelkanten so weg, daß in ihm Rechtecke entstehen, was beweist, daß d in der Zone o/o und h/h liegt, so ist der Körper gemacht. Es sind in diesem merkwürdigen Modelle alle möglichen Zahlenverhältnisse des regulären Systems gegeben. Die 3 bildet den Würfel h mit achteckigen Flächen; die 4 das Oktaeder o mit sechseckigen Flächen; die 6 das Granatoeder d mit viereckigen Flächen. Die Kante h/d ist 12mal da (die diametral gegenüber liegenden nicht mitgezählt), in ihnen liegen alle möglichen Pyramidenwürfel, d. h. sie werden durch die Pyramidenwürfel abgestumpft; die Kante h/o nochmals 12mal, in ihnen liegen alle möglichen Leucitoide; die Kante o/d abermals 12mal, in ihnen liegen alle möglichen Pyramidenoktaeder; endlich bleiben noch die 24 Ecken, jede von den drei Flächen hdo und von den dreimal 12 Kanten begrenzt, auf ihrem Gipfel balanciren alle möglichen Achtundvierzig-Flächner. Eine andere Zahl und ein anderer Körper ist nicht denkbar.



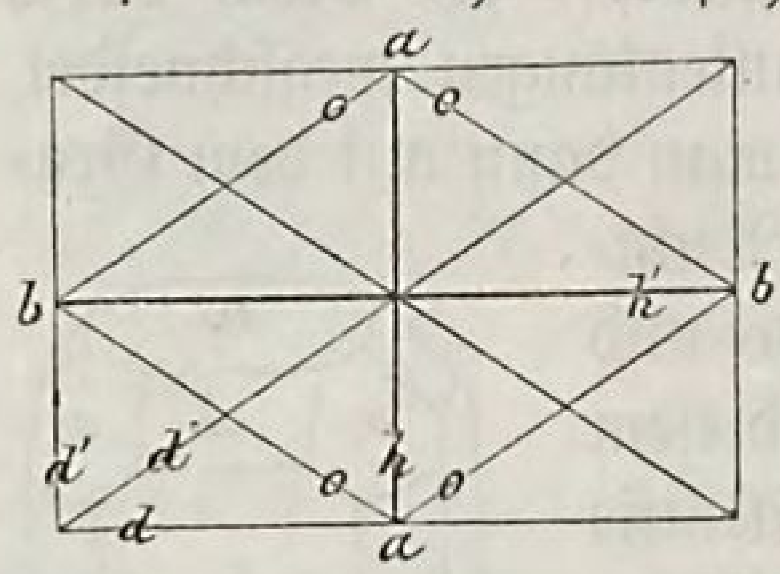
Das viergliedrige Dodekaid ist ein solches, in welches man ein viergliedriges Oktaeder einschreiben kann. Daher müssen sich die Flächen in 4+2 zerlegen: die 4 untereinander congruenten Rhomben bilden das nächste stumpfere Oktaeder, und die 2 eine quadratische Säule, welche die Seitenecken des viergliedrigen Oktaeders abstumpft. Weil die Flächen zweierlei sind, so pflegt man nicht von einem viergliedrigen Dodekaide zu sprechen, man denkt es immer in seine Theile zerlegt.

Wir können nun ganz wie beim regulären System die drei Körper miteinander verbinden: man nehme eine quadratische Säule h mit Geradendfläche h′, stumpfe die Ecken durch das Oktaid o so ab, daß die Flächen gleichschenklige Dreiecke bilden pag. 27, und lasse dann die Dodekaidflächen d die Kanten des Oktaides und Hexaides zugleich abstumpfen. Dann haben wir das viergliedrige Hauptoktaeder o = a : a : c, an welchem das Oktaeder des Dodekaides die Endkanten abstumpft, also das 1ste



stumpfere Oktaeder d=a : c : ∞a bildet; während d'=a : a : ∞c die erste quadratische Säule macht, welche die Seitenkanten von o, und h=a : ∞a : ∞c die zweite quadratische Säule, welche die Seitenecken von o abstumpft; während h'=c : ∞a : ∞a nur ein einziges Mal vorhanden als Geradendfläche auftritt.

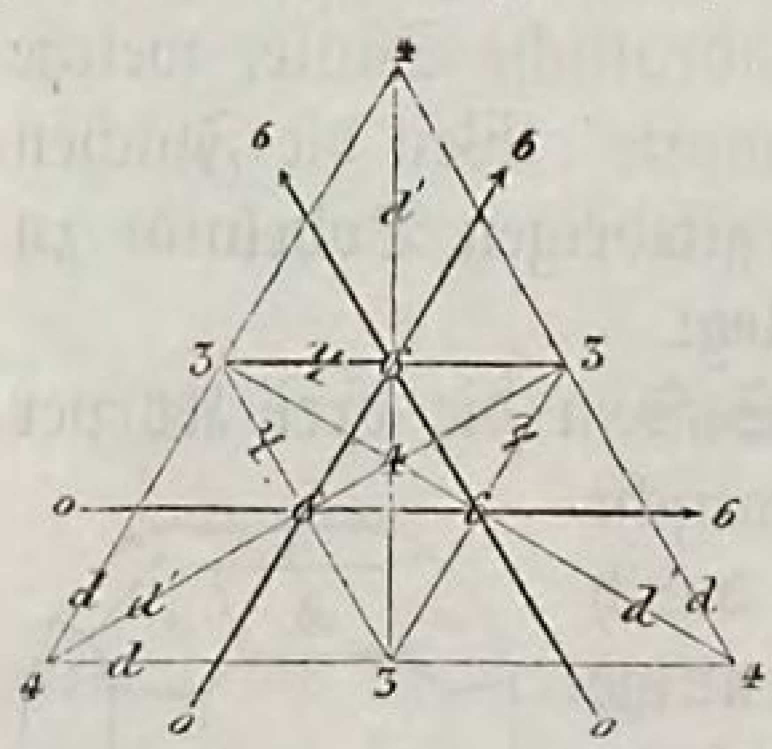
Das zweigliedrige Dodekaid ist ein solches, in welches man ein zweigliedriges Oktaeder einschreiben kann. Es müssen daher die Flächen sich in drei Paare 2+2+2 zerlegen. Das vordere Paar d geht von a : c : ∞b; das seitliche d' von b : c : ∞a; das dritte d⁰ (die rhombische Säule) a : b : ∞c. Wir könnten hier nun wieder ganz in derselben Weise wie vorhin verfahren, und müßten dann von der Oblongsäule mit



Geradendfläche ausgehen. Je zwei Paare zusammengenommen bilden ein Oblongoktaeder pag. 28, an welchem das dritte zugehörige Paar die Seitenecken so abstumpfen muß, daß die Flächen Parallelogramme werden. Alles das leuchtet aus nebenstehender **Projectionsfigur** auf die **Hexaidfläche** sogleich hervor, in welcher Axe c aufrecht gedacht wird. Das Bild stimmt vollkommen mit dem des regulären und viergliedrigen Systems überein, nur daß die Axen ungleich geworden sind.

Man kann übrigens zu einem andern (4+1+1flächigen) zweigliedrigen Dodekaide noch in der Weise gelangen, daß man zwei beliebige Ecken eines zweigliedrigen Oktaeders durch eine Oblongsäule abstumpft, weil in dieselbe sich ein Oblongoktaeder einschreiben läßt. Strahlzeolith, Kreuzstein ꝛc. liefern dazu gute Beispiele.

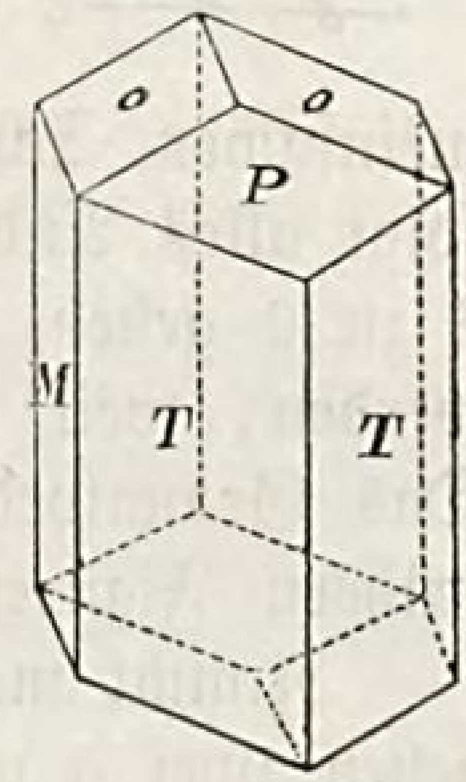
Das dreigliedrige Dodekaid ist ein solches, in welches man ein dreigliedriges Oktaeder einschreiben kann. Es muß also eine der vier sechsseitigen Säulen regulär bleiben, während die andern drei untereinander gleiche rhombische Säulen mit gerader Abstumpfung bilden. Denn da das dreigliedrige Oktaeder 3+3kantig ist, so muß das zugehörige Dodekaid auch 3+3flächig sein. Wir machen uns das leicht durch eine Projection der Körper auf eine Oktaidfläche klar, und können dabei vom regulären System ausgehen: wählen wir irgend



eine Fläche des regulären Oktaeders als Projectionsebene, und denken uns die drei an diese Fläche anliegenden ausgedehnt, so müssen sich dieselben in einem Punkte schneiden, diesen Punkt nehmen wir als Scheitelpunkt der Projection. Dann gibt das gleichseitige Dreieck ooo die Sectionslinie der drei Oktaederflächen, während die vierte durch den Scheitelpunkt der Projectionsebene parallel gehen muß, weil wir sie als Projectionsebene gewählt haben. Die sechs Zonenaxen des Oktaeders strahlen also zu drei vom Scheitelpunkte nach den Ecken des Dreiecks ooo, aber die andern drei treffen die Zonenaxe nicht, sie liegen in der Richtung der Sectionslinien

666 im Unendlichen, was der Pfeil bezeichnen soll. Das Oktaeder ist als ein Rhomboeder mit Geradendfläche betrachtet. Das Hexaid hhh muß eine 6 des Dreiecks mit einer im Unendlichen liegenden 6 verbinden, also ein umschriebenes Dreieck geben, was ein nächstes stumpferes Rhomboeder bezeichnet. Endlich kommt das Granatoeder d, welches zunächst durch ein weiter umschriebenes Dreieck die Hexaidkante 3 mit der im Unendlichen liegenden 6 verbindet und ein zweites stumpferes Rhomboeder liefert; sodann die Verbindung der 3 mit der 6 des Oktaederdreiecks, was eine reguläre sechsseitige Säule gibt. Das ganze System zerlegt sich also in dieser Stellung in 1 + 3 + 3 + 3 + 3 Flächen. Denkt man sich nun statt des regulären Oktaeders ein dreigliedriges pag. 29, so werden drei Flächen gleichschenklig, die vierte bleibt gleichseitig, und nehmen wir diese als Projectionsebene, so bleibt das Projectionsbild ganz das Gleiche, und die Flächen sind demnach in drei Rhomboeder, eine reguläre sechsseitige Säule und eine Geradendfläche zerlegt. Das Ganze dieser Behandlungsweise ist so elementar, und führt zugleich so tief in das Wesen der Sache, daß ein anderer leichterer Weg nicht wohl gedacht werden kann.

Das zweiundeingliedrige Dodekaid ist ein solches, in welches man ein 2 + 1gliedriges Oktaeder einschreiben kann. Man bekommt dieses wieder auf zweierlei Weise: 1) Läßt man von den drei Paaren eines zweigliedrigen Dodekaides eins different werden, so haben wir noch eine geschobene Säule mit einem seitlichen Augitartigen Paare, nur das dritte Paar zerlegt sich in eine Schiefendfläche und hintere Gegenfläche. Man kann darin ein 2 + 2flächiges Oktaeder einschreiben. Das 2) Dodekaid hat ein schiefes Oblongoktaeder pag. 30 als eingeschriebenen Körper. Es kommt unter andern schön bei **Hornblende** vor: dieselbe bildet eine geschobene Säule T/T, deren scharfe Kante durch M gerade abgestumpft wird. Das Ende in der 2 + 1flächigen Säule bildet die Schiefendfläche P mit dem Augitartigen Paare o/o. Da P auf M senkrecht steht, so bilden sie eine Oblongsäule, über welcher ein 2 + 2flächiges Oktaeder o/o und T/T sich erhebt, man kann also in dieser Stellung ein 2 + 1 + 1flächiges Oktaeder einschreiben.



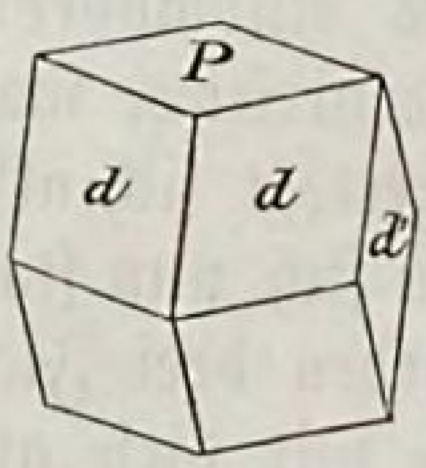
Die eingliedrigen Dodekaide lassen sich entweder nach zwei Paaren different denken, dann muß auch das dritte Paar different sein; oder wenn man beim Hornblende-Dodekaid o links von o rechts verschieden macht, so kann auch T links nicht mehr T rechts gleich sein.

Wenn die Dodekaide nach einer ihrer sechsseitigen Säulen sich in die Länge ziehen, so entstehen keine versteckten Kanten, und doch ist der Körper nicht im Gleichgewicht. Man sieht das an je einem Oktaide des Dodekaids, das gehörig ausgedehnt gedacht immer versteckte Kanten hat. Versteckte Kanten sind solche, die den drei Hauptaxen parallel gehen. Sorgt man dafür, daß die Oktaide keine versteckten Kanten haben, so ist auch das Gleichgewicht des Dodekaides vorhanden. An diesen Fall habe ich

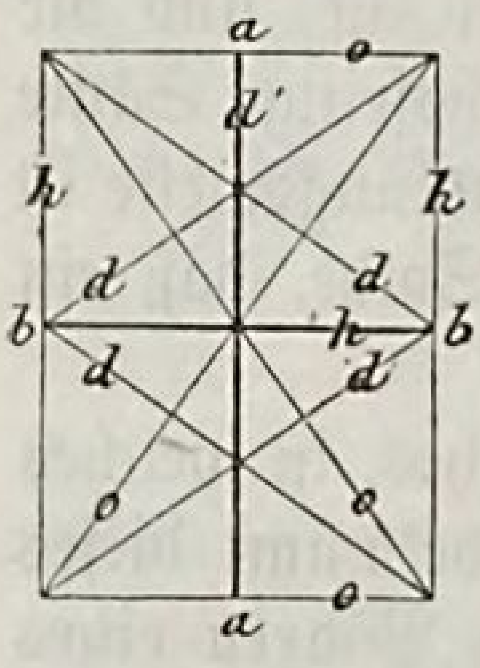
„Methode der Krystallogr. pag. 47, § 55" nicht gedacht, denn man kann nicht sagen, das Dodekaid sei im Gleichgewicht, sobald nur die Kanten der 4 sechsseitigen Säulen sichtbar sind.

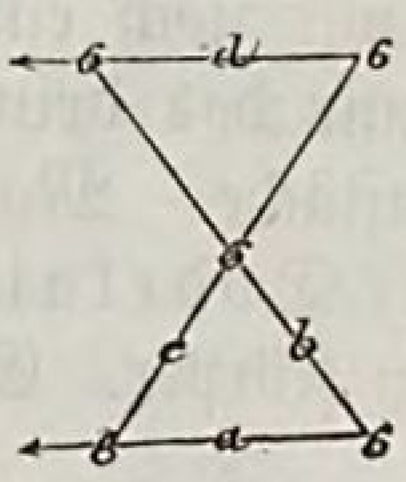
Projection der drei Körper auf die Dodekaidfläche.

Nehmen wir beispielsweise das Granatoeder, schreiben den Würfel



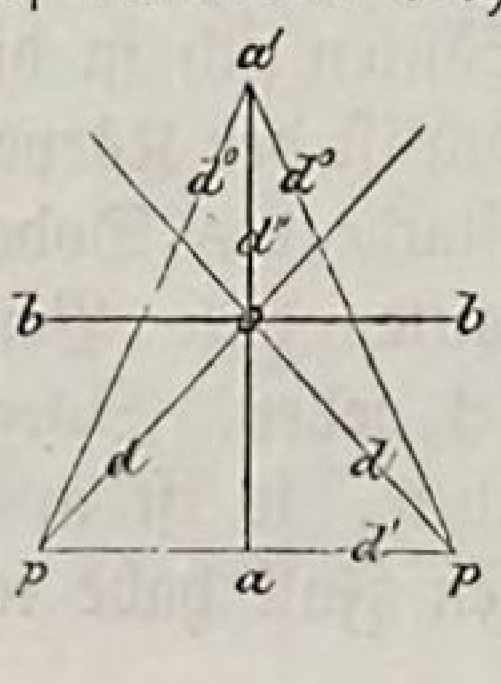
und das Oktaeder ein, und legen es auf eine seiner Flächen P, die zur Projectionsebene dienen soll. Verlängere die vier anliegenden, so schneiden dieselben sich im Scheitelpunkte, dddd sind also ihre Sectionslinien, die ein Parallelogramm von 109° 28' 16" bilden. Axe a entspricht der 5ten d', während die 6te (P) das Papier ist, oder vielmehr dem Papiere parallel geht. Da die Hexaidflächen h die vierkantigen Ecken abstumpfen, so liegt jede in zwei vierseitigen Säulen dd des Dodekaides. Von den 4 Oktaidflächen (o) gehen zwei durch den Mittelpunkt und zwei schließen das äußere Viereck. Letzteres ist ein wenig schwer einzusehen, doch ist dieser Weg für die Projection des Granatoeders der einleuchtendste. Man kann nun umgekehrt zuerst das Oktaeder projiciren, wie in nebenstehender Figur geschehen. Zu dem Ende bezeichne man die vier Flächen mit abcd, stelle es nach der Säule bc aufrecht, so daß die Kante ad der Projectionsebene parallel geht. Wir haben dann eine geschobene Säule bc, der scharfe Winkel vorn, mit einer Schiefendfläche a, und einer hintern Gegenfläche d, nur muß man dabei den gemeinsamen Scheitelpunkt immer fest im Auge haben. Dieß eingesehen folgt alles Andere von selbst, denn die Hexaidflächen h müssen nun von 6 zu 6 gehen, und gerade die beiden in den endlichen 6 einander parallel werden, weil die Projectionsebene der Granatoederfläche parallel geht. Das Granatoeder verbindet endlich die 3 mit den 6, ganz wie in den frühern Figuren.





Nimmt man in der vorhergehenden Figur a und b als Axen, so gehen zwei o von a : c : ∞b, und zwei im Mittelpunkt von a : b : ∞c, vier Dodekaidflächen von $\frac{1}{2}$ a : b : c, kurz man kann alles leicht ablesen.

Das Dodekaid kann in seiner Säulenstellung auch auf drei Axen bezogen werden, je nachdem man aber diese wählt, werden sie nicht immer auf einander rechtwinklig stehen. Würde ich z. B. das Rhomboeder des Granatoeder durch ein gleichseitiges Dreieck projicirt denken, wie pag. 42, so kann ich die Projectionsebene so um den Mittelpunkt o drehen, daß die neue Projection ein gleichschenkliges Dreieck a'pp bildet, in welchem der Mittelpunkt der Projection die Linie aa' halbirt. Der Zonenzusammenhang bleibt dann immer der gleiche, wie unsere Figur zeigt. Nehme ich nun Axe bb parallel pp, so wird



$d = a : b : \infty c$, $d' = a : \infty b : c$, $d^0 = a' : \frac{1}{2} b : c$, und $d'' = b : \infty a : \infty c$. Nur ständen dann die Axen ac auf einander schief (a/c 79° 58½′), Axen cb und ab wären aber noch rechtwinklig. Beim Hornblende-Dodekaid findet das besondere Verhältniß Statt, daß die Dodekaidkante d^0/d^0 sich gegen die Axe c gerade so neigt, als d′ auf der Vorderseite, die Axen stehen daher bei ihm sämmtlich auf einander rechtwinklig. Das Bleibende in allen den verschiedenen Axenbezeichnungen sind die Zonen.

Durch die Projection des Hexaides, Oktaides und Dodekaides sind uns so viele Punkte gegeben, daß wir daraus eine beliebige Menge von neuen Flächen ableiten können. Bevor wir dazu schreiten, möge das Wichtigste gesagt werden über die

Berechnung.

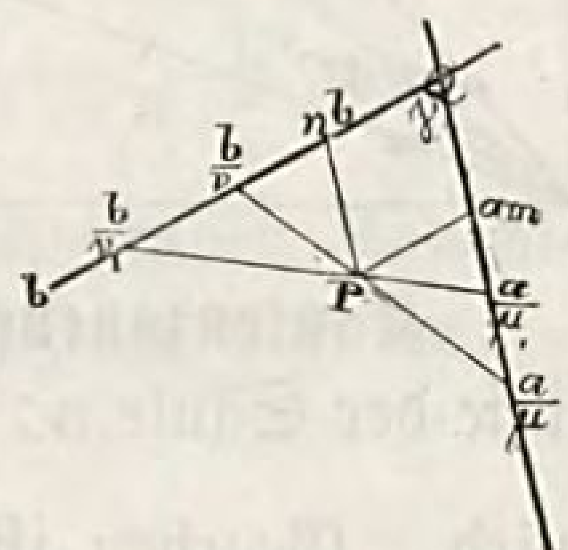
Einiges habe ich darüber in Poggendorf's Annal. 1835, XXXIV. 503, XXXVI. 245 und in den „Beiträgen zur rechnenden Krystallographie 1848“, Akad.-Programm der philos. Fakultät zu Tübingen, das nicht im Buchhandel erschienen ist, gesagt. Das Ausführlichere siehe im Grundriß der rechnenden Krystallographie 1873 pag. 186.

I. Aus den bekannten Axenelementen und Flächenausdrücken werden die Winkel auf folgende Weise berechnet:

1. Zonenpunktformel.

Sind die Sectionslinien $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ und $\frac{a}{\mu_,} : \frac{b}{\nu_,}$ gegeben, so ist ihr Zonenpunkt $P = ma, nb = \frac{\nu_, - \nu}{\mu\nu_, - \mu_,\nu} a, \frac{\mu - \mu_,}{\mu\nu_, - \mu_,\nu} b.$

Geben wir dem Punkte P die Coordinaten ma, nb, gleichgültig ob die Axen rechtwinklig oder schiefwinklig sind, so folgt die Formel sofort aus den beiden Gleichungen:



$$\frac{a}{\mu} : ma = \frac{b}{\nu} : \frac{b}{\nu} - nb$$

$$\frac{a}{\mu_,} : ma = \frac{b}{\nu_,} : \frac{b}{\nu_,} - nb.$$

Da $\mu\mu_,$ $\nu\nu_,$ rationale Größen sind, so müssen auch die Coordinaten der Zonenpunkte rationale Theile der Axen sein.

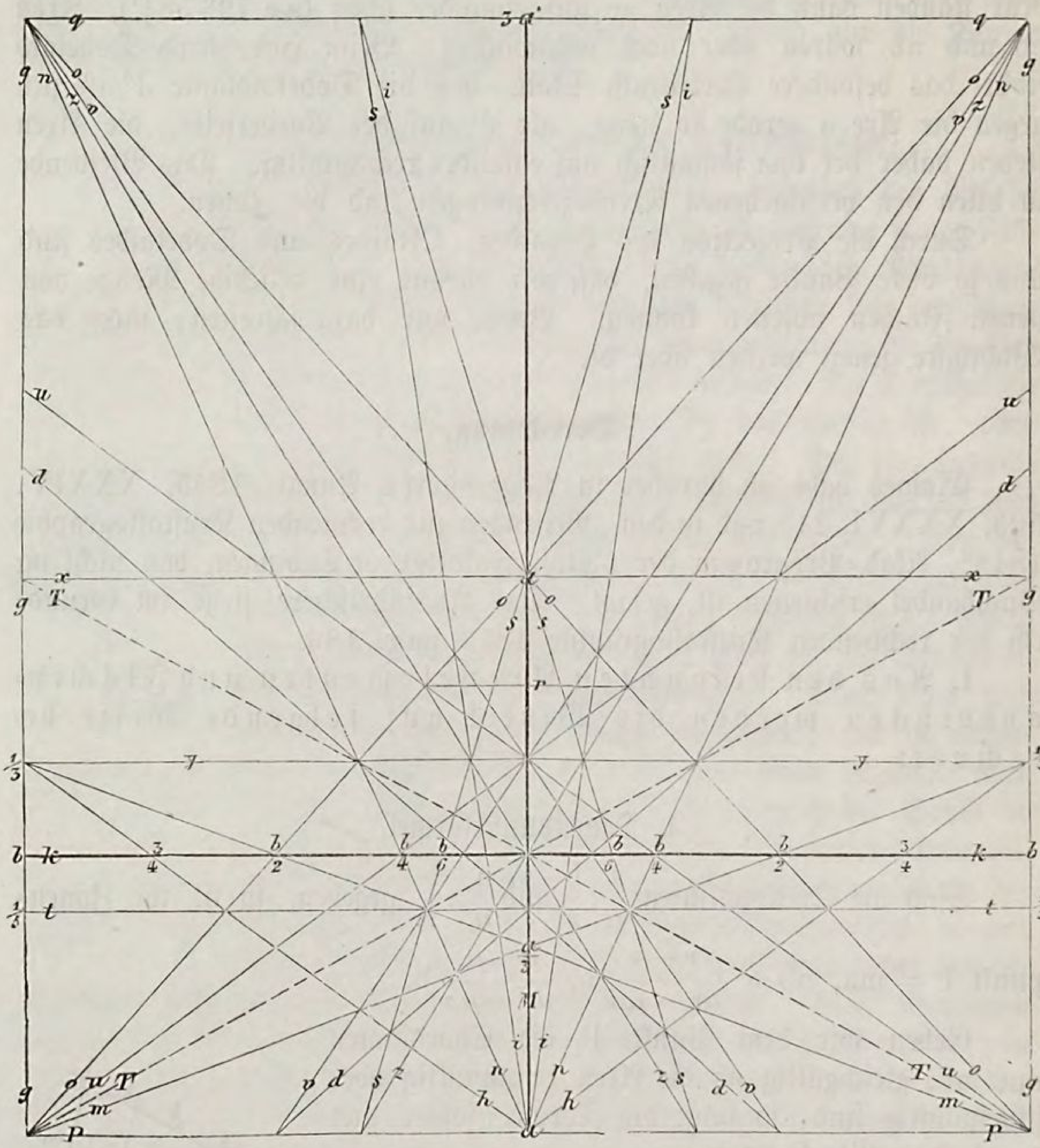
Beispiel. Suchen wir beim Feldspath im hintern rechten Quadranten den Zonenpunkt $o/u = p$, so ist zu substituiren für

$$o = \frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} = \frac{a'}{1} : \frac{b}{2} \text{ und } u = \frac{a}{\mu_,} : \frac{b}{\nu_,} = \frac{a'}{3} : -\frac{b}{4}, \text{ also}$$

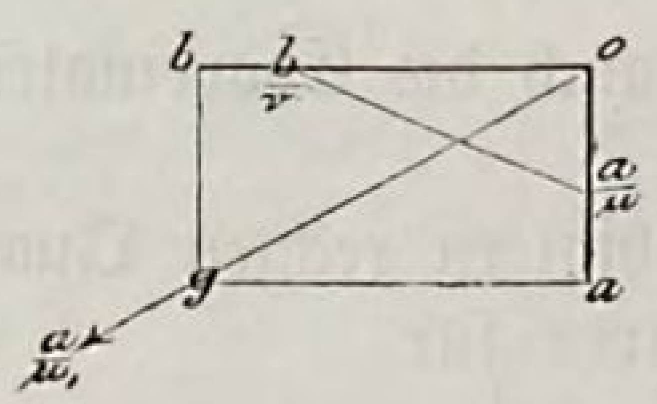
$$\mu = 1, \nu = 2, \mu_, = 3, \nu_, = -4, \text{ folglich}$$

$$p = \frac{-4-2}{1\cdot -4 - 3\cdot 2} a : \frac{1-3}{1\cdot -4 - 3\cdot 2} b = \frac{-6}{-10} a : \frac{-2}{-10} b = \frac{3}{5} a : \frac{1}{5} b.$$

Projection des Feldspaths auf die Geradendfläche.



Kantenzonengesetz. Kantenzonenpunkte sind die Punkte der Sectionslinie der Säule $a : b : \infty c$, diese haben nämlich die Eigenschaft, daß $m = n$ wird. Gegeben ist wieder die allgemeine Linie $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$, construiren wir nun



aus den als bekannt angenommenen Axeneinheiten a und b das Parallelogramm aobg, so ist og die Sectionslinie der Säule, in welcher die Kantenzonen liegen, denn alle Punkte sind hierin um gleiche Vorzeichen von den Axen a und b entfernt. $\frac{a}{\mu,} : \frac{b}{\nu,}$ ist jetzt $\frac{a}{1\cdot\infty} : -\frac{b}{1\cdot\infty}$ oder $-\frac{a}{1\cdot\infty} : \frac{b}{1\cdot\infty}$ geworden, wir müssen daher $\mu, = \pm\infty$ und $\nu, = \mp\infty$ setzen, gibt

$p = \frac{\mp\infty - \nu}{\mu\cdot\mp\infty\pm\infty\cdot\nu}$ a, $\frac{\mu\pm\infty}{\mu\mp\cdot\infty\pm\infty\cdot\nu}$ b $= \frac{a}{\mu\mp\nu}, \frac{b}{\mu\pm\nu}$. Dieses überraschend einfache Parallelogrammgesetz macht man sich leicht auch durch einen geometrischen Beweis klar.

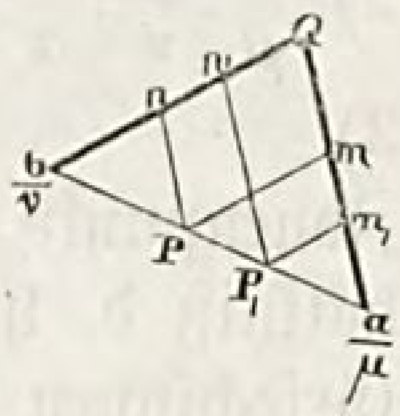
Beispiel. In der ersten Kantenzone P/T = a, b des Feldspathes pag. 46 ist für P ... 1—0 = 1, für m ... 3—2 = 1, für u ... 4—3 = 1, für o ... 2—1 = 1. Fläche n = a : $\frac{1}{4}$b schneidet die T zwischen den Axen a und b in $\frac{1}{5}$a, $\frac{1}{5}$b, weil 4 + 1 = 5, die zwischen b und a' in $\frac{1}{3}$a', $\frac{1}{3}$b, weil 4—1 = 3 ꝛc. Denn über die positiven und negativen Vorzeichen glaube ich hier nicht sprechen zu dürfen, da sie zu den Elementen der Mathematik gehören.

2. Sectionslinienformel.

Sind die Zonenpunkte P = ma, nb und m,a, n,b gegeben, so wird der Ausdruck der darin liegenden Flächen:

$$\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} = \frac{mn, - m,n}{n, - n} a : \frac{mn, - m,n}{m - m,} b : c.$$

Jetzt kennen wir die Zonenpunkte P = ma, nb und P, = m,a, n,b, und wir müssen die durchgelegte Sectionslinie $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ finden. Dazu genügen wieder die zwei Gleichungen



$$\frac{1}{\mu} : m = \frac{1}{\nu} : \frac{1}{\nu} - n \text{ und } \frac{1}{\mu} : m, = \frac{1}{\nu} : \frac{1}{\nu} - n,.$$

Beispiel. n Feldspath liegt hinten rechts im Zonenpunkte x/u = P = a', $\frac{1}{2}$b, und vorn rechts in m/z = P, = $\frac{1}{7}$a, $\frac{3}{7}$b. Nehmen wir den hintern rechten Quadranten als den positiven, m = 1, n = $\frac{1}{2}$, so ist m, = — $\frac{3}{7}$, n, = $\frac{1}{7}$, folglich

$$\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} = \frac{1\cdot\frac{1}{7} - (-\frac{3}{7})\cdot\frac{1}{2}}{\frac{1}{7} - \frac{1}{2}} a : \frac{1\cdot\frac{1}{7} - (-\frac{3}{7})\cdot\frac{1}{2}}{1 - (-\frac{3}{7})} b = - a : \frac{b}{4}.$$

Besondere Fälle. Lägen P, und P in anstoßenden Kantenzonen, so würde m, = n, und ±m = ∓n, die Formel ginge über in

$$\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} = \frac{2mm,}{m + m,} a : \frac{2mm,}{m - m,} b.$$

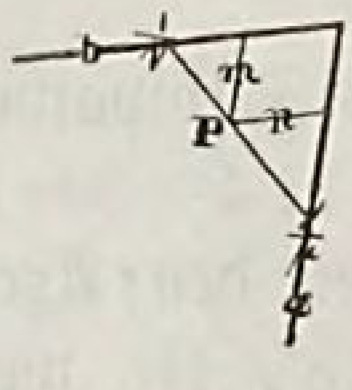
Jetzt ist es praktisch, den Coordinaten der Zonenpunkte die Divisorenform $\frac{a}{m}, \frac{b}{n}$ und $\frac{a}{m,}, \frac{b}{n,}$ zu geben, wir gelangen dann zur einfachen

Zwischenkantenzonenformel $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} = \frac{2a}{m + m,} : \frac{2b}{m - m,}$.

Beispiel. m Feldspath liegt links in der ersten Kantenzone a, b, rechts in der dritten Kantenzone $\frac{1}{5}$a, $\frac{1}{5}$b, folglich wird die zwischenliegende Axe a in $\frac{2}{5+1} = \frac{1}{3}$, und die außerhalb liegende b in $\frac{2}{5-1} = \frac{1}{2}$ geschnitten. Es ist der umgekehrte Kantenzonensatz, und nicht minder wichtig.

3. Controlformel.

Liegt ein Zonenpunkt P=ma, nb in einer Sectionslinie $\frac{a}{\mu}:\frac{b}{\nu}$, so



findet die Bedingungsgleichung statt:

$$m\mu + n\nu = 1.$$

Es folgt aus der Gleichung

$$\frac{1}{\mu} : m = \frac{1}{\nu} : \frac{1}{\nu} - n = \frac{1}{\nu} : \frac{1-n\nu}{\nu} = 1 : 1 - n\nu.$$

Dieser Satz dient zur Controle der Projectionen und Rechnungen.

Vorstehende drei Sätze lassen sich leicht verallgemeinern. Man darf nur

$$\frac{a}{\mu}:\frac{b}{\nu}:\frac{c}{\pi} = \frac{\pi}{\mu}a : \frac{\pi}{\nu}b : c \text{ und}$$

$$ma, nb, pc = \frac{m}{p}a, \frac{n}{p}c, c \text{ ꝛc. setzen, so folgt sofort}$$

1) $ma, nb, pc = \frac{\nu,\pi - \nu\pi,}{\mu\nu, - \mu,\nu}a, \frac{\mu\pi, - \mu,\pi}{\mu\nu, - \mu,\nu}b, c$ (Zonenpunktformel);

2) $\frac{a}{\mu}:\frac{b}{\nu}:\frac{c}{\pi} = \frac{mn, - m,n}{n,p - np,}a : \frac{mn, - m,n}{mp, - m,p}b : c$ (Sectionslinienformel);

3) $m\mu + n\nu + p\pi = 1$ (Controlformel).

Zonenpunkt- und Sectionslinienformel stehen in einem Invertirungsverhältniß d. h. die lateinischen Buchstaben mnp sind Multiplicatoren, die Griechischen $\mu\nu\pi$ Divisoren. Setzt man in der Sectionslinienformel $a = \frac{1}{\alpha}$ ꝛc., so bekommen wir

$$\mu\alpha : \nu\beta : \pi\gamma = \frac{n,p - np,}{mn, - m,n}\alpha : \frac{mp, - m,p}{mn, - mn,}\beta : \gamma,$$

also dieselbe Form, wie in der Zonenpunktformel, nur daß die lateinischen und griechischen Buchstaben sich vertauschen.

Gedächtnißregel: man setzt die Buchstaben $\mu\nu$ und $\mu,\nu,$ übereinander,
$\mu\ \nu\ \pi$ fängt unten rechts mit der Subtraction an, so kommt $(\nu, - \nu)a$;
$\mu, \nu, \pi,$ geht im Ringe weiter, so wird $(\mu - \mu,)b$ das zweite Glied; das Dritte die Kreuzprodukte $(\mu\nu, - \mu,\nu)c$. Die Einfügung von π und $\pi,$ ersieht man leicht.

Suche ich beim Feldspath den Schnittpunkt von $n = a : \frac{1}{4}b$ mit
1 4 $o = a' : \frac{1}{2}b$ derselben Seite, so ist
—1 2 $(2-4)a, (1+1)b, (2+4)c = \frac{a}{3}, \frac{b}{3}, c.$

Für den Schnittpunkt von $h = a : \frac{3}{4}b : c = \frac{1}{3}a : \frac{1}{4}b : \frac{1}{3}c$ mit $o = a' :$ $\frac{1}{2}b : c$ wendet man wegen des Bruches $\frac{3}{4}$ die große Formel an
3 4 3 $(2 \cdot 3 - 4 \cdot 1)a, (3 \cdot 1 + 1 \cdot 3)b, (3 \cdot 2 + 1 \cdot 4)c$
—1 2 1

$$= 2a, 6b, 10c = \frac{a}{5}, \frac{3b}{5}, c.$$

Suche ich die Linie $m = \frac{a}{3} : \frac{b}{2} : c$, welche in die Kantenzone $\frac{a}{5}, \frac{b}{5}$

$\frac{1}{5}\ \frac{1}{5}$
$1-1$ rechts und a,b′ links fällt, so habe ich nach der kleinen Formel

$$(-1-\tfrac{1}{5})\alpha:(\tfrac{1}{5}-1)\beta:(-1\cdot\tfrac{1}{5}-1\cdot\tfrac{1}{5})\gamma=\tfrac{6}{5}\alpha:\tfrac{4}{5}\beta:\tfrac{2}{5}\gamma$$

$$=3\alpha:2\beta:\gamma=\frac{a}{3}:\frac{b}{2}:c=m.$$

Suchten wir dagegen $n=a:\frac{1}{4}b:c$, welche hinten im Zonenpunkte
$-1,\frac{1}{2}=-2,1,2$ $\frac{a'}{1},\frac{b}{2}$ und vorn in $\frac{3a}{7},\frac{b}{7}$ liegt, so würden die Brüche
$\frac{3}{7},\frac{1}{7}= \quad 3,1,7$
etwas unbequem. Man darf dann nur durch Multiplication mit dem Nenner die drei ganzen Zahlen für die große Formel hinstellen, so kommt sofort

$$(1\cdot2-1\cdot7)\alpha:(-2\cdot7-3\cdot2)\beta:(-1\cdot2-1\cdot3)\gamma=5\alpha:20\beta:5\gamma$$

$$=\alpha:4\beta:\gamma=\frac{a}{1}:\frac{b}{4}:c=n.$$

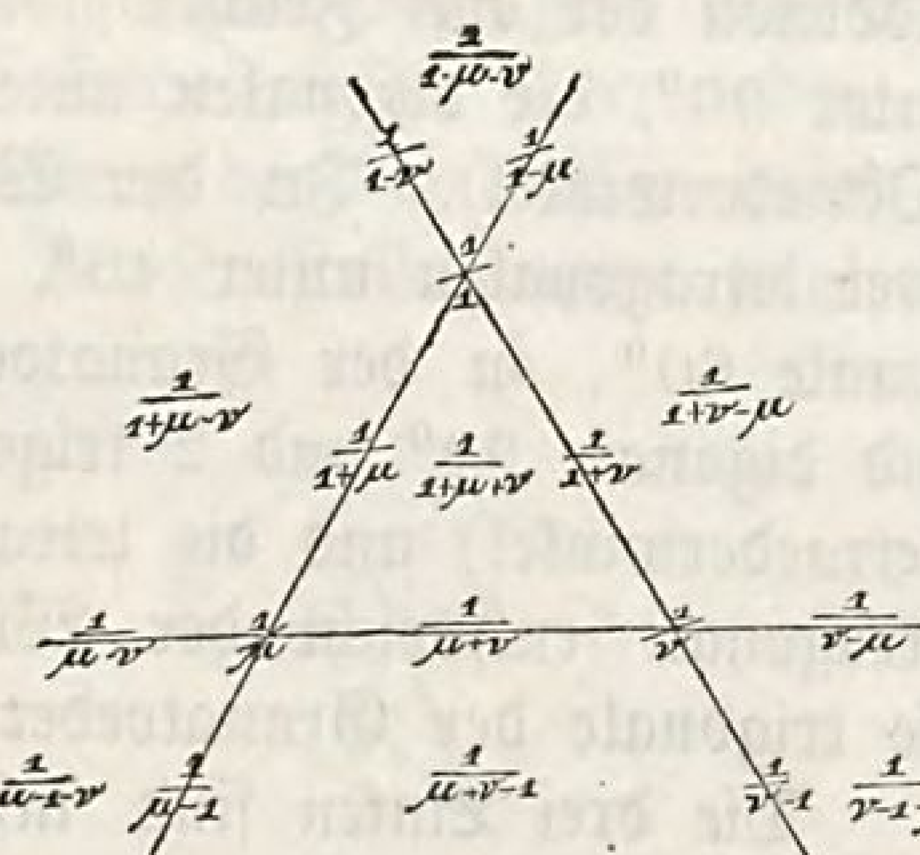
Anwendung des Kantenzonengesetzes.

In den Abhandlungen der Berl. Akad. der Wissensch. 1818 pag. 270 bewies Weiß nachstehende ausführliche Bezeichnung der Krystallflächen:

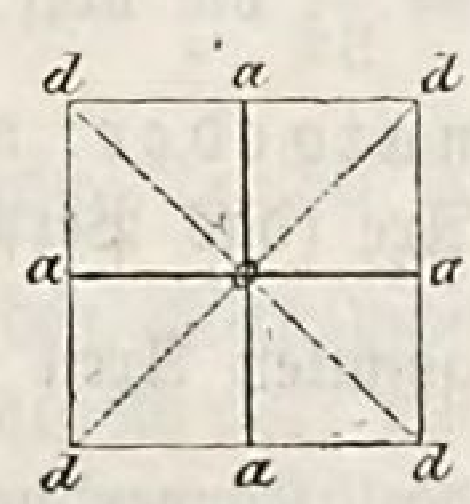
Wenn eine Fläche das allgemeine Zeichen $1:\frac{1}{\mu}:\frac{1}{\nu}$ hat, bezogen auf die drei Hauptaxen des Oktaides, welche von Ecke zu Ecke gehen, so kann man sich zwischen diesen **tetragonalen** Hauptaxen 6 **digonale** Zwischenaxen ziehen, die, wenn sie Kantenzonen sind, in

$$\frac{1}{\mu+1},\frac{1}{\nu+1},\frac{1}{\mu+\nu},$$

$$\frac{1}{\mu-1},\frac{1}{\nu-1},\frac{1}{\mu-\nu}$$

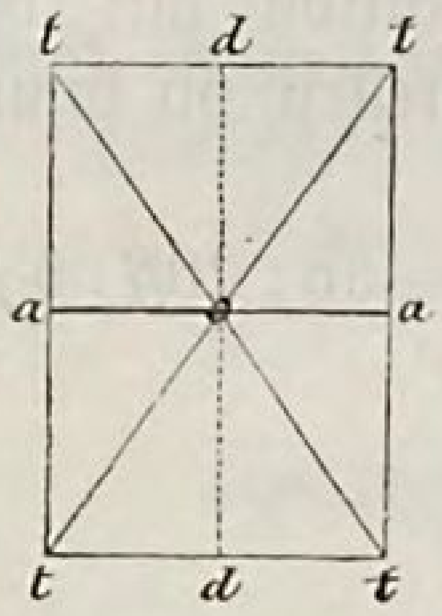


geschnitten werden müssen. Zieht man nun zwischen den tetragonalen und digonalen Axen die 4 **trigonalen** Zwischenaxen, so müssen sie als Kantenzonen in $\frac{1}{1+\mu+\nu},\frac{1}{1+\mu-\nu},\frac{1}{\mu+\nu-1},\frac{1}{1+\nu-\mu}$ geschnitten werden. Wir haben also nur zu beweisen, daß die digonalen und trigonalen Axen Kantenzonen sind, so ist die Richtigkeit des Satzes ersichtlich. Der Satz gilt ganz allgemein für rechtwinklige und schiefwinklige, gleiche und ungleiche Axen. Wir wollen ihn aber hier nur für das reguläre System ausführen.



Am Würfel im Gleichgewicht gehen die drei Hauptaxen (tetragonale) durch die Mittelpunkte der Flächen, die 6 digonalen durch die Mittelpunkte der Kanten, die 4 trigonalen durch die Ecken, und alle halbiren sich im Mittelpunkte des Würfels. In jeder Ebene der Würfelfläche liegen zwei digonale Axen d und zwei tetrago-

nale a. Setzen wir oa = 1, so ist od = $\sqrt{2}$. Aus der Projection leuchtet unmittelbar ein, daß die Sectionslinien d die Kantenzonen für aa sind. Eine Linie $\frac{a}{\mu}:\frac{a}{\nu}$ muß also die zwischenliegende d in $\frac{d}{\mu+\nu}$, und die außerhalb liegende in $\frac{d}{\mu-\nu}$ schneiden; und dieß sagt der Weiß'sche Satz.

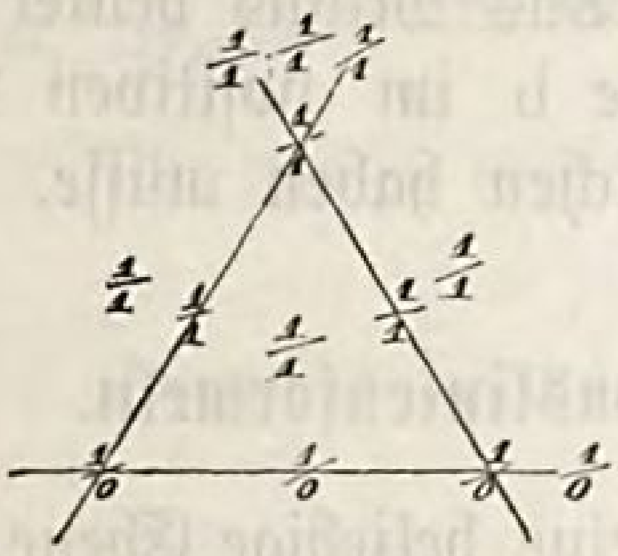
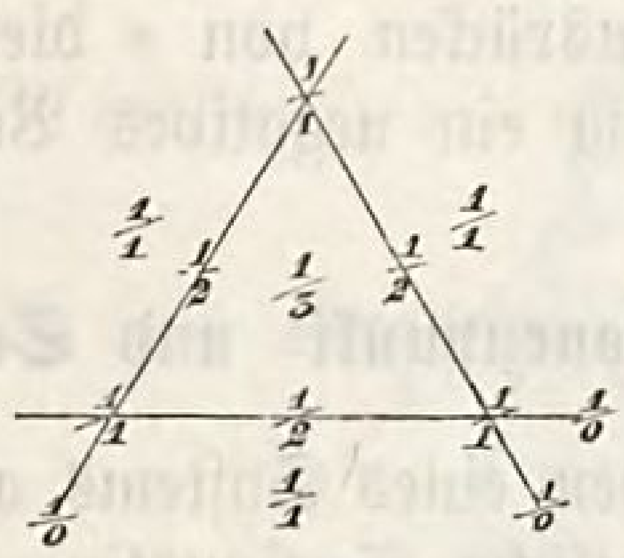
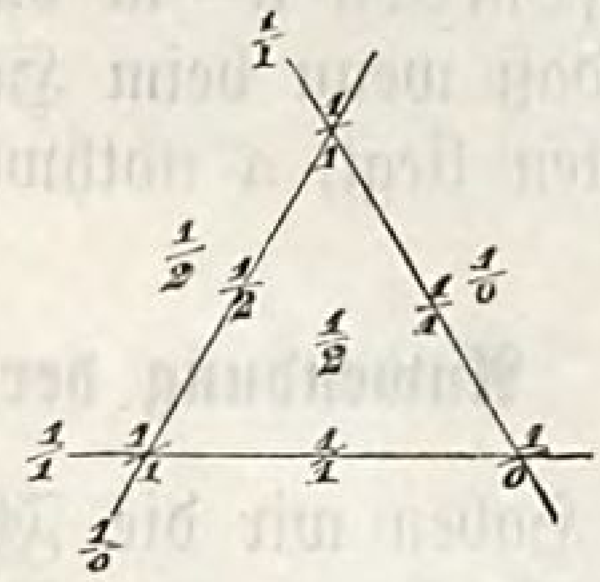


Projiciren wir jetzt den gleichen Würfel auf seine Dodekaidfläche, welche denselben halbirend durch zwei gegenüberliegende Kanten und Diagonalen des Würfels geht, so liegt in dieser Projection dd der Diagonale und aa der Kante parallel. Für oa = 1 war od = $\sqrt{2}$, folglich wird ot = $\sqrt{3}$; tt die trigonalen Zwischenaxen bilden dann aber offenbar die Kantenzonen für die Axen a und d. Da nun jede allgemeine Fläche $\frac{a}{1}:\frac{a}{\mu}:\frac{a}{\nu}$ die Kantenzone d mit der Summe oder Differenz im Nenner schneiden muß, so muß also auch unser d z. B. unter einem Zeichen $\frac{d}{\mu+\nu}$, $\frac{d}{\mu-\nu}$, $\frac{d}{1+\mu}$ oder irgend einem andern von der allgemeinen Fläche geschnitten sein, woraus die Addition der drei Zeichen folgt. Die tetragonalen Axen schneiden sich unter 90°, die digonalen unter 60°, die trigonalen unter 109° 28′ 16″ (Oktaederwinkel). In der Würfelebene schneiden sich zwei digonale mit zwei tetragonalen unter 45°, in der Oktaederfläche liegen blos drei digonale 60°, in der Granatoederfläche liegen alle drei: eine tetragonale und digonale 90° und 2 trigonale, die digonale unter 35° 15′ 52″ ($\frac{1}{2}$ Tetraederwinkel) und die tetragonale unter 70° 31′ 44″ schneidend. Die tetragonale entspricht der Würfelkante, die digonale der Oktaederkante, die trigonale der Granatoederkante.

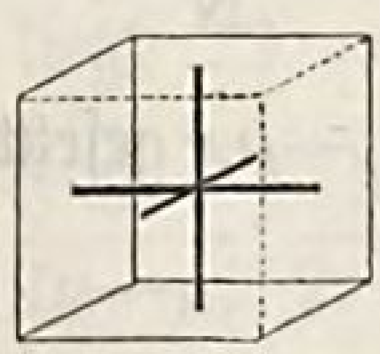
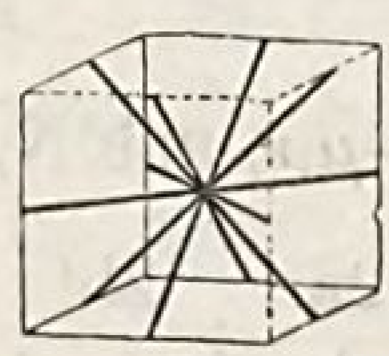
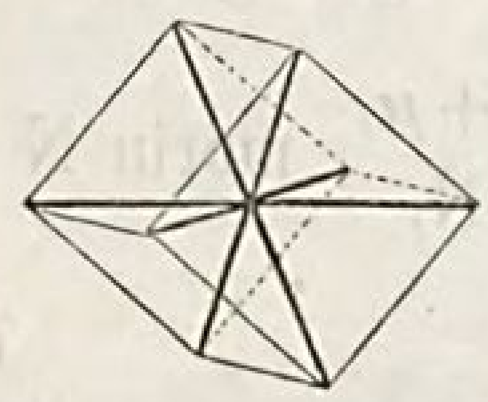
Die drei Linien sind insofern auch gut für das allgemeine Zeichen gewählt, als sie uns gleich die Orte am Oktaeder andeuten, wo sie zum Schnitt kommen.

Beispiel. Das Oktaeder hat das Zeichen a : a : a, folglich ist $\mu=\nu=1$, die der Oktaederfläche anliegenden digonalen Axen werden daher in $\frac{1}{2}$ geschnitten, die drei übrigen aber in $\frac{1}{1-1}=\frac{1}{0}=\infty$, sie gehen der Oktaederfläche parallel; die zwischenliegende trigonale Axe in $\frac{1}{1+1+1}$ $=\frac{1}{3}$, die drei außerhalb liegenden aber in $\frac{1}{1+1-1}=1$. Das Granatoeder: a : a : ∞a hat $\nu=0$, folglich die zwischenliegende digonale Axe (das Perpendikel auf die Fläche) $\frac{1}{2}$, die der Fläche anliegenden trigonalen Axen $\frac{1}{1+1-0}=\frac{1}{1+1+0}=\frac{1}{2}$. Setzen wir die Zeichen der drei Körper neben einander:

Würfel. Oktaeder. Granatoeder.

Wenn die drei Körper an einander treten, so fallen ihre Axenrichtungen zusammen, wenn also beim Würfel die mittlere trigonale Axe in 1 geschnitten wird, so beim Oktaeder in $\frac{1}{3}$, d. h. das Perpendikel vom Mittelpunkte auf die Fläche beträgt nur den dritten Theil von der Linie, welche vom Mittelpunkte nach der Ecke des umschriebenen Würfels gezogen wird; beim Granatoeder die Hälfte, die trigonale Axe geht hier vom Mittelpunkte nach den dreikantigen Ecken. Stellt man den Würfel nach einer seiner 4 trigonalen Axen aufrecht, und legt durch je drei der Zickzackecken eine Oktaederfläche, so müssen diese die Axe in drei Theile theilen. Da die Sätze allgemein sind, so muß eine solche Dreitheilung der Axe auch für das Rhomboeder gelten. Dieser Satz ist daher für Rechnung und Zeichnung der Krystalle von größter Wichtigkeit und Einfachheit. Denn hat der Anfänger die erste Schwierigkeit überwunden, so ist kein elementarerer Satz in seiner Anwendung denkbar. Wir haben in diesen 3, 4, 6 Axen wieder die Grundzahlen der Krystallographie pag. 20, wie man z. B. am **Würfel** sieht.

Rechnung mit dem Mittelpunkt.

Liegt einer der beiden Zonenpunkte, z. B. P, = m, a, n, b, im Mittelpunkte, so ist m, = n, = 0, folglich

$$\frac{a}{\mu}:\frac{b}{\nu} = \frac{(m-n)0}{-n}a : \frac{(m-n)0}{m}b = \frac{(m-n)}{-n\infty}a : \frac{(m-n)}{m\infty}b = \frac{-a}{m\infty} : \frac{b}{n\infty},$$

da die endliche Zahl gegen die unendliche verschwindet.

B e i s p i e l. z Feldspath pag. 46 geht durch den Mittelpunkt und durch Punkt n • m = ($\frac{5}{7}$a, $\frac{1}{7}$b), folglich m = $\frac{5}{7}$, n = $\frac{1}{7}$, gibt $\frac{a}{\mu}:\frac{b}{\nu} = -\frac{\frac{5}{7}-\frac{1}{7}}{\frac{1}{7}\infty}a : \frac{\frac{5}{7}-\frac{1}{7}}{\frac{5}{7}\infty}b = -\frac{2a}{\infty} : \frac{2b}{3\infty}$. Würde ich eine Fläche 2a : $\frac{2}{3}$b an das Axenkreuz und dieser die Fläche z parallel durch den Mittelpunkt legen, so wäre die Bedingung erfüllt. Statt 2a : $\frac{2}{3}$b könnte ich aber auch die Fläche a : $\frac{1}{3}$b wählen, die Parallele würde zu der gleichen z führen.

Ich darf daher bei der Mittelpunktgleichung die 2 im Zähler, oder allgemein n—m durch Division entfernen. Das Minus deutet blos an, daß wenn beim Herausrücken von z die Axe b im positiven Quadranten liegt, a nothwendig ein negatives Vorzeichen haben müsse.

Anwendung der Zonenpunkt- und Sectionslinienformeln.

Haben wir die Flächen eines Systems auf eine beliebige Ebene projicirt, so kann man sämmtliche Sectionslinien und Zonenpunkte auf die Axen desjenigen Oktaides beziehen, aus welchem die Flächen deducirt sind. Gehen wir von dem Oktaide 1 bis 4 aus, und setzen ganz allgemein

$$1 = \frac{1}{\mu} : \frac{1}{\nu};\ 2 = \frac{1}{\mu} : \frac{1}{\nu_,};\ 3 = \frac{1}{\mu_,} : \frac{1}{\nu};\ 4 = \frac{1}{\mu_,} : \frac{1}{\nu_,}.$$

Der Orientirung wegen haben wir die Axen mit aa'bb' bezeichnet, sie sind aber in der Rechnung durchaus nicht nothwendig und = 1 zu denken. Die Hexaidflächen 5 und 6 sind die Axen, auf welchen $\frac{1}{\mu}\frac{1}{\nu}\frac{1}{\mu_,}\frac{1}{\nu_,}$ abgetragen wurden. Die dritte Hexaidfläche 7 fällt nun in die Zonenpunkte 2 • 3 und 1 • 4. Für 2 ist $\mu = \mu$, $\nu = -\nu$, und für 3 ist $\mu_, = -\mu_,$, $\nu_, = \nu$; das gibt den Zonenpunkt $2 \cdot 3 = \frac{\nu + \nu_,}{\mu\nu - \mu_,\nu_,}\,a, \frac{\mu + \mu_,}{\mu\nu - \mu_,\nu_,}\,b$. Für 1 ist $\mu = \mu$, $\nu = -\nu$, für 4 ist $\mu_, = -\mu_,$, $\nu_, = \nu_,$, das gibt den Zonenpunkt $1 \cdot 4 = \frac{\nu + \nu_,}{\mu\nu_, - \mu_,\nu}\,a$, $\frac{\mu + \mu_,}{\mu\nu_, - \mu_,\nu}\,b$. Für Fläche 7 wird also $m = \frac{\nu + \nu_,}{N}$, $n = \frac{\mu + \mu_,}{N}$; $m_, = \frac{\nu + \nu_,}{N_,}$, $n_, = -\frac{\mu + \mu_,}{N_,}$, worin $N = \mu\nu - \mu_,\nu_,$ und $N_, = \mu\nu_, - \mu_,\nu$ gesetzt ist, das gibt

$$7 = \frac{2a}{\mu - \mu_,} : \frac{2b'}{\nu_, - \nu}.$$

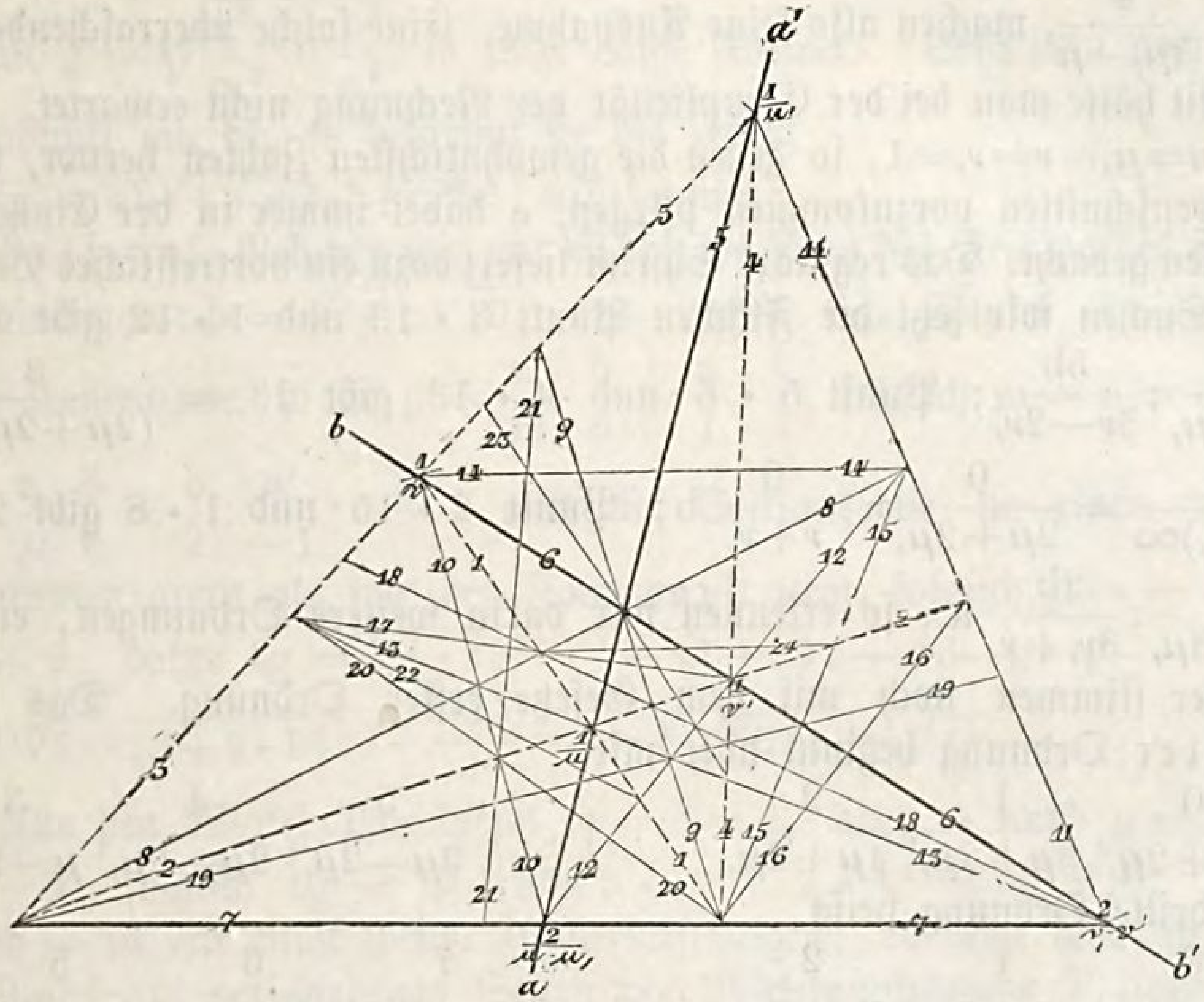
Für die Dodekaidfläche 8 im Punkte 2 • 3 und dem Mittelpunkte 5 • 6 gelegen ist $m_, = n_, = \infty$; $m = \frac{\nu + \nu_,}{N}$, $n = \frac{\mu + \mu_,}{N}$, gibt

$$8 = -\frac{\nu + \nu_, - (\mu + \mu_,)}{(\mu + \mu_,)\infty}\,a : \frac{\nu + \nu_, - (\mu + \mu_,)}{(\nu + \nu_,)\infty}\,b$$

$$= -\frac{a}{(\mu + \mu_,)\infty} : \frac{b}{(\nu + \nu_,)\infty} = -\frac{0}{\mu + \mu_,}\,a : \frac{0}{\nu + \nu_,}\,b,$$

denn man darf bei Mittelpunktsrechnungen den gleichen Zähler in beiden Gliedern wegdividiren. Ebenso findet man $9 = \frac{a}{(\mu + \mu_,)\infty} : \frac{b'}{(\nu + \nu_,)\infty}$. Die übrigen Dodekaidflächen 10—13 kann man ablesen. Im Punkt 1 • 6 und 8 • 12 liegt $14 = \frac{2a'}{3\mu_, + \mu} : \frac{b}{\nu}$; im Punkt 8 • 12 und 1 • 4 liegt $15 = \frac{4a}{\mu - 3\mu_,} : \frac{4b'}{3\nu_, - \nu}$; im Punkt 1 • 4 und 2 • 11 liegt 16 =

$\frac{3a}{\mu-2\mu_{,}} : \frac{3b'}{2\nu_{,}-\nu}$; im Punkt **1** • 8 und 2 • 4 liegt $17 = \frac{a}{2\mu+\mu_{,}} : \frac{b'}{\nu_{,}}$;



im Punkt 1 • 8 und 6 • 7 liegt $18 = \frac{2a}{3\mu+\mu_{,}} : \frac{2b'}{\nu_{,}-\nu}$; im Punkt 2 • 3 und 9 • 12 liegt $19 = \frac{4a}{3\mu-\mu_{,}} : \frac{4b'}{3\nu_{,}-\nu}$; im Punkt 3 • 13 und 1 • 4 liegt $20 = \frac{3a}{2\mu-\mu_{,}} : \frac{3b}{2\nu-\nu_{,}}$; im Punkt 3 • 9 und 2 • 10 liegt $21 = \frac{4a}{\mu-3\mu_{,}} : \frac{4b}{5\nu+\nu_{,}}$; im Punkt 3 • 13 und 2 • 18 würde Fläche $25 = \frac{3a}{4\mu+\mu_{,}} : \frac{3b}{2\nu_{,}+\nu}$ liegen ꝛc.

Alle diese Zeichen, welche verschiedenen Körpern angehören, etwas näher ins Auge gefaßt findet man bald folgendes merkwürdige Gesetz: fangen wir bei der Säule $8 = \frac{}{\mu+\mu_{,}}$ an, so folgt dann $17 = \frac{1}{2\mu+\mu_{,}}$, $18 = \frac{2}{3\mu+\mu_{,}}$, $25 = \frac{3}{4\mu+\mu_{,}}$, $21 = \frac{4}{5\nu+\nu_{,}}$. . . . . . $1 = \frac{1}{\mu} = \frac{\infty}{(\infty+1)\mu+\mu_{,}}$ bildet die Grenze. Darüber hinaus schlägt das Gesetz um, und beginnt wieder mit $\frac{1}{\mu} = \frac{\infty}{(\infty-1)\mu-\mu_{,}}$ . . . $19 = \frac{4}{3\mu-\mu_{,}}$, $20 = \frac{3}{2\mu-\mu_{,}}$, $18 = \frac{2}{\nu_{,}-\nu}$. Unter unsern Zahlen ist keine einzige, welche diesem

Gesetze erster Ordnung nicht folgte, denn die Zeichen 21 = $\frac{4}{\mu-3\mu_,}$ ꝛc. sind $= -\frac{4}{3\mu_,-\mu}$, machen also keine Ausnahme. Eine solche überraschende Einfachheit hätte man bei der Complicität der Rechnung nicht erwartet. Setzt man $\mu=\mu_,=\nu=\nu_,=1$, so gehen die gewöhnlichsten Zahlen hervor, welche bei Axenschnitten vorzukommen pflegen, c dabei immer in der Einheit geschnitten gedacht. Das reguläre System liefert dazu ein vortreffliches Beispiel.

Suchen wir jetzt die Flächen Punkt 3 · 13 und 1 · 12 gibt 22 = $\frac{5a}{4\mu+\mu_,}:\frac{5b}{3\nu-2\nu_,}$; Punkt 5 · 6 und 4 · 13 gibt 23 = $\frac{a}{(2\mu+2\mu_,)\infty}:\frac{b}{(\nu+\nu_,)\infty}=\frac{0}{2\mu+2\mu_,}a:\frac{0}{\nu+\nu_,}b$; Punkt 2 · 15 und 1 · 8 gibt 24 = $\frac{2a}{5\mu+3\mu_,}:\frac{2b}{3\nu_,+\nu}$ ꝛc., so erkennen wir darin weitere Ordnungen, einzelne Glieder stimmen noch mit dem Gesetze erster Ordnung. Das Gesetz zweiter Ordnung beginnt aber mit

$$\frac{0}{2\mu+2\mu_,},\ \frac{1}{3\mu+2\mu_,},\ \frac{2}{4\mu+2\mu_,}\ \ldots;\ \ldots\ \frac{5}{3\mu-2\mu_,},\ \frac{4}{2\mu-2\mu_,},\ \frac{3}{\mu-2\mu_,}.$$

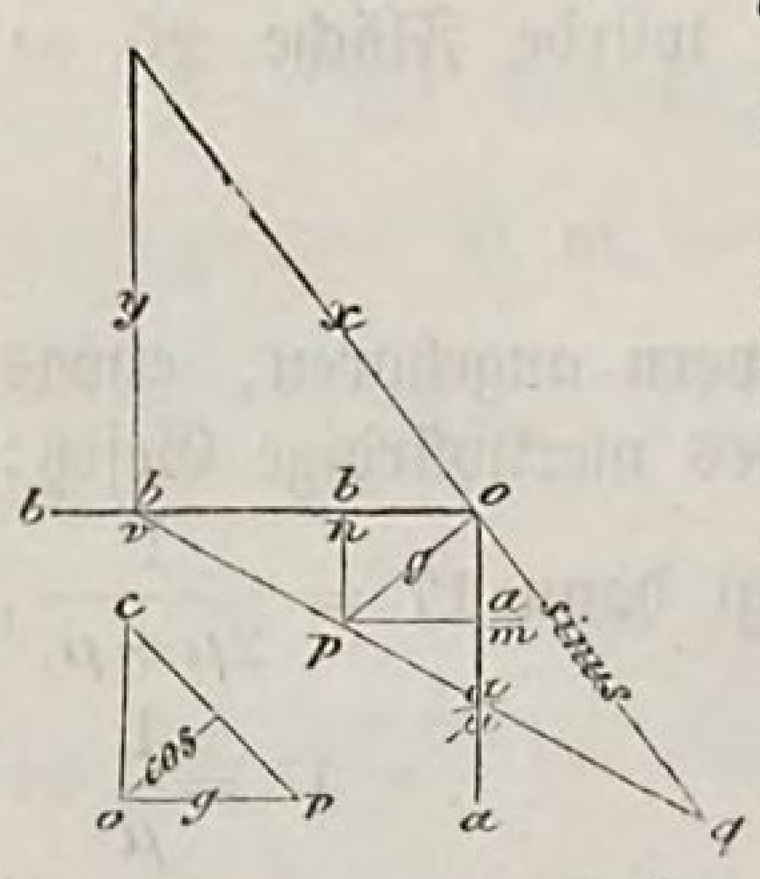
Die dritte Ordnung heißt

$$\frac{0}{3\mu+3\mu_,},\ \frac{1}{4\mu+3\mu_,},\ \frac{2}{5\mu+3\mu_,}\ \ldots;\ \ldots\ \frac{7}{4\mu-3\mu_,},\ \frac{6}{3\mu-3\mu_,},\ \frac{5}{2\mu-3\mu_,}\ \text{ꝛc.}$$

Kantenwinkelformel

$$tg = ab\sqrt{m^2n^2+n^2a^2+m^2b^2}:(m\mu b^2-n\nu a^2)$$

gilt bei ungleichen rechtwinkligen Axen ab für einen Zonenpunkt $p=\frac{a}{m},\frac{b}{n}$ und eine Sectionslinie $\frac{a}{\mu}:\frac{b}{\nu}$, und zwar ist immer der Winkel gemeint,



welchen die Ebene $c:\frac{a}{\mu}:\frac{b}{\nu}$ mit der durch p gezogenen Mittelpunktsebene macht, deren Sectionslinie g ist, c = 1 gesetzt. Offenbar ist der Cosinus dieses Winkels das Perpendikel vom Axenmittelpunkt o auf die Linie cp gefällt, folglich

$$\cos : oc = g : pc, \text{ oder}$$

$$\cos : 1 = g:\sqrt{1+g^2},\ \cos=\frac{g}{\sqrt{1+g^2}}.$$

Der sin = oq muß dann senkrecht auf g stehen. Zieht man die Hilfslinie y parallel ao, und verlängert oq um das Stück x bis zum Schnitt mit y, so ist $\sin : \sin + x = \frac{a}{\mu}:y$; folglich $\sin=\frac{ax}{\mu y-a}$, worin

$y:\frac{b}{\nu}=\frac{b}{n}:\frac{a}{m},\ y=\frac{mb^2}{n\nu a}$, und $x:\frac{b}{\nu}=g:\frac{a}{m},\ x=\frac{mbg}{\nu a}$; folglich

$\sin:\cos = \mathrm{tg} = \frac{\mathrm{mnabg}}{\mathrm{m}\mu\mathrm{b}^2 - \mathrm{n}\nu\mathrm{a}^2} : \frac{\mathrm{g}}{\sqrt{1+\mathrm{g}^2}} = \mathrm{mnab}\sqrt{1+\mathrm{g}^2} : \mathrm{m}\mu\mathrm{b}^2 - \mathrm{n}\nu\mathrm{a}^2$,

da nun $\mathrm{g} = \sqrt{\frac{\mathrm{a}^2}{\mathrm{m}^2} + \frac{\mathrm{b}^2}{\mathrm{n}^2}}$, so folgt obige Formel. Setzt man darin den Zonenpunkt ma, nb, so bekommt sie die Form

$\mathrm{tg} = \mathrm{ab}\sqrt{1+\mathrm{m}^2\mathrm{a}^2+\mathrm{n}^2\mathrm{b}^2} : \mathrm{n}\mu\mathrm{b}^2 - \mathrm{m}\nu\mathrm{a}^2$.

Beispiel. Nehmen wir mit Weiß die Axen des Feldspathes pg. 46 rechtwinklig $\mathrm{a} : \mathrm{b} = \sqrt{\tfrac{13}{3}} : \sqrt{13}$, und suchen den Winkel T/o in der ersten Kantenzone, so ist $\mathrm{p} = \frac{\mathrm{a}}{\mathrm{m}}, \frac{\mathrm{b}}{\mathrm{n}} = \frac{\mathrm{a}}{1}, \frac{\mathrm{b}}{1}$, folglich $\mathrm{m} = \mathrm{n} = 1$, und $\mathrm{o} = \frac{\mathrm{a}}{\mu} : \frac{\mathrm{b}}{\nu} = \frac{\mathrm{b}}{2} : \frac{\mathrm{a}'}{-1}$; -1 weil die Sectionslinie in einen andern Quadranten greift als wo der Zonenpunkt liegt, folglich $\mu = -1$ und $\nu = +2$, daher $\mathrm{tg} = \sqrt{\tfrac{1}{3} \cdot 13^2}\ \sqrt{1 + \tfrac{13}{3} + 13} : -13 - 2 \cdot \tfrac{13}{3}$

$= \tfrac{13}{3}\sqrt{3+13+3 \cdot 13} : -\frac{5 \cdot 13}{3} = -\tfrac{1}{5}\sqrt{55} = -\sqrt{\tfrac{11}{5}}$.

Für den Winkel T/m bleibt $\mathrm{m} = \mathrm{n} = 1$, aber es wird $\mu = 3$ und $\nu = -2$, folglich $\mathrm{tg} = \tfrac{13}{3}\sqrt{55} : 3 \cdot 13 + 2 \cdot \tfrac{13}{3} = +\sqrt{\tfrac{5}{11}}$. Das + und — ist gar nicht weiter zu berücksichtigen, es zeigt blos an, daß die Winkel auf verschiedenen Seiten der Mittelpunktsebene T liegen.

In manchen Fällen ist es wünschenswerth, den ganzen Winkel ω zweier beliebigen Ebenen zu finden. Das geschieht am besten mittelst Coordinaten. Die Flächen $\frac{\mathrm{a}}{\mu} : \frac{\mathrm{b}}{\nu} : \mathrm{c}$ und $\frac{\mathrm{a}}{\mu_{,}} : \frac{\mathrm{b}}{\nu_{,}} : \mathrm{c}$ durch den Mittelpunkt gelegt erhalten die Coordinatengleichung $\frac{\mu\mathrm{x}}{\mathrm{a}} + \frac{\nu\mathrm{y}}{\mathrm{b}} + \mathrm{z} = 0$ und $\frac{\mu_{,}\mathrm{x}}{\mathrm{a}} + \frac{\nu_{,}\mathrm{y}}{\mathrm{b}} + \mathrm{z} = 0$, daraus folgt nach der bekannten Coordinatenformel

$$\cos\omega = -\frac{\mathrm{a}^2\mathrm{b}^2 + \mu\mu_{,}\mathrm{b}^2 + \nu\nu_{,}\mathrm{a}^2}{\sqrt{\mathrm{a}^2\mathrm{b}^2 + \mu^2\mathrm{b}^2 + \nu^2\mathrm{a}^2}\ \sqrt{\mathrm{a}^2\mathrm{b}^2 + \mu_{,}^2\mathrm{b}^2 + \nu_{,}^2\mathrm{a}^2}} \text{ (Cosinusformel).}$$

Durch Substitution lassen sich wieder allerlei Unterfälle ableiten: für die **Oblongoktaeder** wird $\mu_{,} = \nu = 0$, folglich $\cos\omega = -\frac{\mathrm{ab}}{\sqrt{\mathrm{a}^2+\mu^2}\sqrt{\mathrm{b}^2+\nu_{,}^2}}$.

Suche ich die Neigung gegen eine Hexaidfläche, so kommt der halbe Kantenwinkel der Oktaide z. B. für $\frac{\mathrm{a}}{\mu} : \frac{\mathrm{b}}{\nu}$ gegen $\mathrm{b} : \infty\mathrm{a}$ wird $\mu_{,} = 0$, $\nu_{,} = -\infty$, gibt $\cos\tfrac{1}{2}\omega = \frac{\nu\mathrm{a}}{\sqrt{\mathrm{a}^2\mathrm{b}^2 + \mu^2\mathrm{b}^2 + \nu^2\mathrm{a}^2}}$. Das einfache Oktaeder $\cos\tfrac{1}{2}(\mathrm{a}:\mathrm{c})$ $= \frac{\mathrm{a}}{\sqrt{\mathrm{a}^2\mathrm{b}^2+\mathrm{a}^2+\mathrm{b}^2}}$, $\cos\tfrac{1}{2}(\mathrm{b}:\mathrm{c}) = \frac{\mathrm{b}}{\sqrt{\mathrm{a}^2\mathrm{b}^2+\mathrm{a}^2+\mathrm{b}^2}}$. Die dritte Formel $\cos\tfrac{1}{2}(\mathrm{a}:\mathrm{b}) = \frac{\sqrt{\mathrm{a}^2+\mathrm{b}^2}}{\sqrt{\mathrm{a}^2\mathrm{b}^2+\mathrm{a}^2+\mathrm{b}^2}}$ gibt das Complement, also die Neigung

zur Axe c. Die ganzen Winkel $\cos(a:c) = -\frac{a^2b^2+b^2-a^2}{a^2b^2+a^2+b^2}$;
$\cos(b:c) = -\frac{a^2b^2-b^2+a^2}{a^2b^2+a^2+b^2}$; $\cos(a:b) = -\frac{a^2b^2-b^2-a^2}{a^2b^2+a^2+b^2}$. Wenn in der allgemeinen Formel die zweite Fläche durch den Mittelpunkt geht, so ist $\mu_{,}=\mu_{,}\infty$ und $\nu_{,}=-\nu_{,}\infty$, folglich

$$\cos = \frac{\nu\nu_{,}a^2-\mu\mu_{,}b^2}{\sqrt{a^2b^2+\mu^2b^2+\nu^2a^2}\ \sqrt{\mu_{,}^2b^2+\nu_{,}^2a^2}}.$$

In dieser Formel bezeichnet cos denselben Winkel, wie oben tg; $\mu_{,}$ entspricht m und $\nu_{,}$ der ν. Nur dürfen wir bei der Anwendung nicht die Zonenpunkte, sondern die Sectionslinien in's Auge fassen.

Die **Seitenwinkel** liegen auf der Projection zwischen zwei Zonenaxen, die von c nach P = ma, nb und P, = m, a, n, b gehen, in der rechnenden Krystallographie pag. 206 habe ich gezeigt, wie leicht sich die Formel

$$+\cos = \frac{1+mm_{,}a^2+nn_{,}b^2}{\sqrt{1+m^2a^2+n^2b^2}\ \sqrt{1+m_{,}^2a^2+n_{,}^2b^2}}$$ finde. Sie lautet allgemein

$$\text{Seite} \pm \cos = \frac{mm_{,}a^2+nn_{,}b^2+pp_{,}c^2}{\sqrt{m^2a^2+n^2b^2+p^2c^2}\ \sqrt{m_{,}^2a^2+n_{,}^2b^2+p_{,}^2c^2}}.$$ Für das Gedächtniß brauche ich die zwei Zonenaxen nur übereinanderzusetzen $\frac{ma+nb+pc}{m_{,}a+n_{,}b+p_{,}c}$, dann für den Zähler die correspondirenden Producte zu nehmen, und für den Nenner die beiden Wurzeln aus den Quadraten. Daraus ergibt sich durch Invertirung sogleich die

$$\text{Kante} \mp \cos = \frac{\mu\mu_{,}\alpha^2+\nu\nu_{,}\beta^2+\pi\pi_{,}\gamma^2}{\sqrt{\mu^2\alpha^2+\nu^2\beta^2+\pi^2\gamma^2}\ \sqrt{\mu_{,}^2\alpha^2+\nu_{,}^2\beta^2+\pi_{,}^2\gamma^2}},$$ worin

$\alpha = \frac{1}{a}, \beta = \frac{1}{b}, \gamma = \frac{1}{c}$ ist.

Beispiel. Suche ich den ebenen Winkel (Seite), welchen beim Feldspath die Säule T/T auf P macht, so gehören die Kanten P/T links und rechts der ersten Kantenzone an, es ist also

$$m=n=1;\ m_{,}=1, n_{,}=-1 \text{ gibt } \cos = \frac{a^2-b^2+1}{a^2+b^2+1} = -\frac{23}{55} \ldots 114^0\ 43'.$$

Suche ich den Kantenwinkel von n/n = a : $\frac{1}{4}$b, so ist in der Kantenformel

$$\mu=1,\ \nu=4;\ \mu_{,}=1,\ \nu_{,}=-4,$$

$$\cos = \frac{\alpha^2-16\beta^2+1}{\alpha^2+16\beta+1} = \frac{\frac{3}{13}-\frac{16}{13}+1}{\frac{3}{13}+\frac{16}{13}+1} = 0 \ldots 90^0.$$

Denn nach den Weiß'schen Näherungswinkeln ist

$$\alpha : \beta = \frac{1}{a} : \frac{1}{b} = \sqrt{\tfrac{3}{13}} : \sqrt{\tfrac{1}{13}}.$$

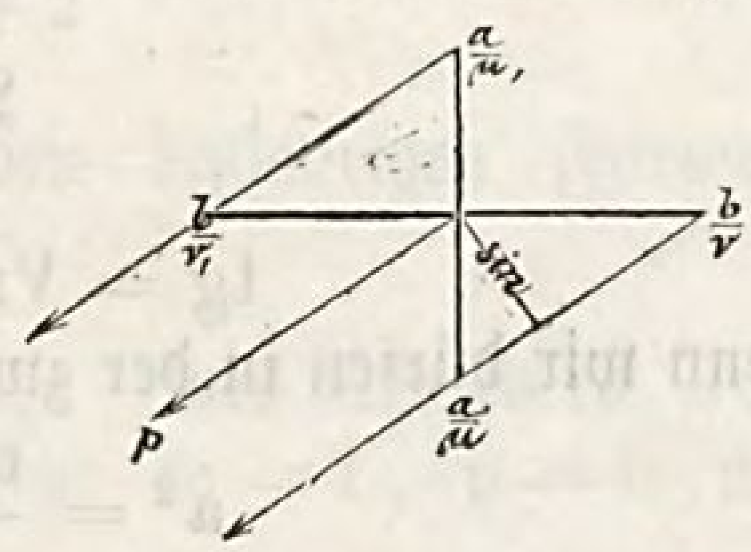
Zweigliedriges System.

$$tg = ab\sqrt{m^2n^2+n^2a^2+m^2b^2} : m\mu b^2 - n\nu a^2$$

Daraus lassen sich mit Leichtigkeit die besondern Formeln ableiten. Für die Kantenzone ist $n = m$, folglich $tg = ab\sqrt{m^2+a^2+b^2} : \mu b^2 - \nu a^2$

Oktaeder $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$
- vordere Endkante $tg = b\sqrt{\mu^2+a^2} : \nu a$ $(m = \mu,\ n = \infty)$;
- seitliche Endkante $tg_, = a\sqrt{\nu^2+b^2} : \mu b$ $(m = \infty,\ n = \nu)$;
- Seitenkante $tg_o = \sqrt{\nu^2a^2+\mu^2b^2} : ab$ $(m = \mu 0,\ n = \nu 0)$.

Für die Neigung der Fläche $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ gegen Axe c bildet das Perpendikel auf die Sectionslinie den sin, während Axe $c = \cos = 1$. Aus der Aehnlichkeit der rechtwinkligen Dreiecke folgt so gleich



$$\sin : \cos = \frac{a}{\mu} \cdot \frac{b}{\nu} : \sqrt{\frac{a^2}{\mu^2} + \frac{b^2}{\nu^2}}$$

$= ab : \sqrt{\nu^2a^2+\mu^2b^2} = tg$. Da die Neigung zur Axe den halben Seitenkantenwinkel zu 90° ergänzt, so ist $tg_o = \sqrt{\nu^2a^2+\mu^2b^2} : ab$.

Axenformel: Oktaeder $a : b : c$ hat

vord. Endk. $tg = \frac{b}{a}\sqrt{a^2+1}$; seitl. Endk. $tg_, = \frac{a}{b}\sqrt{b^2+1}$;

Seitenkante $tg_o = \sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}}$.

Aus je zweien können wir die Axe a und b bestimmen, wir bekommen:

$$a = \sqrt{\frac{tg^2tg_,^2-1}{tg^2+1}} = \sqrt{\frac{tg^2+1}{tg^2tg_o^2-1}} = \sqrt{\frac{tg_,^2+1}{tg_o^2+1}}$$

$$b = \sqrt{\frac{tg^2tg_,^2-1}{tg_,^2+1}} = \sqrt{\frac{tg^2+1}{tg_o^2+1}} = \sqrt{\frac{tg_,^2+1}{tg_,^2tg_o^2-1}}.$$

Beispiel. Schwefel. Nach Mitscherlich (Abh. Berl. Akad. 1822 pag. 45) ist am zweigliedrigen Schwefel die vordere Endkante 106 • 38 ($tg = tg\ 53 \cdot 19$), die seitliche Endkante 84 • 58 ($tg_, = tg\ 42 \cdot 29$), die Seitenkante 143 • 16 ($tg_o = tg\ 71 \cdot 38$).

$l tg^2 = 0{,}25577$ . . num. 1,8021, $l tg^2 tg_,^2 = 0{,}17937$ . . num. 1,5114
$l tg_,^2 = 9{,}92360$ . . — 0,8387, $l tg^2 tg_o^2 = 1{,}21347$ . . — 16,348
$l tg_o^2 = 0{,}95770$ . . — 9,0719, $l tg_,^2 tg_o^2 = 0{,}88130$ . . — 7,6084.

Dieß in die Formeln gesetzt gibt $la = 9{,}63064$ und $lb = 9{,}72213$. Mitscherlich hat den dritten Winkel aus zweien berechnet; würde man den dritten zur Kontrole messen und nach allen dreien berechnen, so kämen bessere Durchschnittswerthe.

Axenschnitte. Sind von einer Oktaederfläche zwei Winkel bekannt: $tg = b\sqrt{\mu^2+a^2} : \nu a$ und $tg_, = a\sqrt{\nu^2+b^2} : \mu b$, so findet sich durch einfache Elimination

$$\mu = a\sqrt{\frac{1+tg^2}{tg^2 tg,^2-1}} \text{ und } \nu = b\sqrt{\frac{1+tg,^2}{tg^2 tg,^2-1}}.$$

Sie können aus den Axenformeln abgelesen werden. Beim Oktaeder s des Schwefels messen die Endkanten vorn 127 • 30 und seitlich 113 • 11. tg 63 • 45 und tg, 56 • 35 geben $\mu=\nu=0{,}33=\frac{1}{3}$, also s = 3a : 3a : c. Gewöhnlich kennt man eine Zone, dann braucht nur 1 Winkel gemessen zu werden: z. B. ω Schwefel liegt in der Zone b : c, hat also $\nu = 1$; ω macht mit der Geradendfläche c 116°, also die halbe Seitenkante 64°. Nach $tg_o\, 64^0 = \sqrt{\nu^2 a^2+\mu^2 b^2} : ab$, wird $\nu=1$ und $\mu = \frac{a}{b}\sqrt{b^2 tg_o{}^2 64 - 1} = 0{,}333\ldots$, ω = b : c : 3a. Uebrigens bietet die Projection mittelst sphärischer Dreiecke so viel Hilfsmittel, daß ich mich dabei nicht aufhalten will.

Viergliedriges System.

$$tg = \sqrt{m^2 n^2+(m^2+n^2)a^2} : m\mu-n\nu,$$

denn wir dürfen in der zweigliedrigen Kantenwinkelformel nur a = b setzen.

$$a^2 = \frac{tg^2(m\mu-n\nu)^2-m^2n^2}{m^2+n^2}.$$

Kantenzone: $tg = \sqrt{m^2+2a^2} : \mu-\nu$, weil n = m wird.

Oktaeder $\frac{a}{\mu} : \frac{a}{\mu}$ { Endkante $tg = \frac{1}{\mu}\sqrt{\mu^2+a^2}$, $\mu=\nu=m$, $n=\infty$;
Seitenkante $tg_o = \frac{\mu\sqrt{2}}{a}$, $m=n=\mu\cdot 0$, $\nu=-\mu$.

Uebrigens folgt die Seitenkante unmittelbar aus der Formel pag. 57 im zweigliedrigen System, wenn man $\mu=\nu$ und a = b setzt.

Oktaeder a : a hat

$$tg = \sqrt{1+a^2},\ a=\sqrt{tg^2-1};\ tg_o = \frac{\sqrt{2}}{a},\ a = \frac{\sqrt{2}}{tg_o}.$$

Oktaeder $\frac{a}{\mu} : \infty a$ { Endkante $tg = \frac{1}{\mu}\sqrt{\mu^2+2a^2}$; $a^2 = \frac{\mu^2(tg^2-1)}{2}$.
Seitenkante $tg_o = \frac{\mu}{a}$; $a = \frac{\mu}{tg_o} = \mu ctg_o$.

Denn ich darf für die Endkante nur $m = n = \mu$ und $\nu = 0$ setzen.

Das erste stumpfere Oktaeder a : ∞a hat $tg = \sqrt{1+2a^2}$ u. $tg_o = \frac{1}{a}$.

Neigung der Fläche $\frac{a}{\mu} : \frac{a}{\nu}$ gegen die Axe c ist $tg = a : \sqrt{\mu^2+\nu^2}$, weil $m = \mu\cdot 0$ und $n = -\nu\cdot 0$.

Beispiel. Zirkon nach Phillips 84° 20′ in den Seitenkanten des Oktaeders, daher $a = \sqrt{2}\ \text{cotg}\ 42\cdot 10 = 1{,}561$. Der Endkantenwinkel wird 123° 18′ angegeben, darnach $a = \sqrt{tg^2 61\cdot 37\frac{1}{2}-1} = 1{,}588$. Nimmt

man von beiden Axen das Mittel, so ist a = 1,559. Nach dem ersten a würde der Endkantenwinkel 123° 19′ betragen, also um 4′ größer sein.

Kanten $\mp \cos = (a^2 + \mu\mu_, + \nu\nu_,) : \sqrt{a^2+\mu^2+\nu^2}\sqrt{a^2+\mu_,^2+\nu_,^2}$

Seiten $\pm \cos = (\alpha^2 + mm_, + nn_,) : \sqrt{\alpha^2+m^2+n^2}\sqrt{\alpha^2+m_,^2+n_,^2}$

Giltig für Zonenpunkt ma, na und Sectionslinie $\frac{a}{\mu} : \frac{a}{\nu}$; $a = \frac{1}{\alpha}$.
Die Formeln sind für diese Form immer vollständig reciprok.
Oktaederendkante a : c ist $\mu = \nu = \mu_, = 1$, $\nu = -1$, gibt

$$\cos\omega = -\frac{a^2}{a^2+2},\ a^2 = -\frac{2\cos\omega}{1+\cos\omega} = -\frac{\cos\omega}{\cos\frac{1}{2}\omega^2}.$$

Seitenkante a : a ist $\mu = \nu_, = 1$, $\mu_, = \nu = -1$, gibt
$\cos\omega = \frac{2-a^2}{2+a^2}$; halbe Endkante $\cos\frac{1}{2}\omega = \sqrt{\frac{1}{a^2+2}}$ und halbe Seitenkante $\cos\frac{1}{2}\omega_0 = \sqrt{\frac{2}{a^2+2}}$; ergibt sich sofort aus den 2gliedrigen Formeln wenn man b = a setzt.

Suche ich den ebenen Winkel an der Spitze eines Oktaeders a : a, so bediene ich mich der Seitenformel, und setze m = 1, n = 0 und $m_, = 0$, $n_, = 1$, so kommt $\cos = \frac{\alpha^2}{\alpha^2+1} = \frac{1}{1+a^2}$. Im regulären System ist a = 1, der Winkel $\cos = \frac{1}{2} = 60^0$.

Reguläres System.

$$tg = \sqrt{m^2n^2+m^2+n^2} : m\mu - n\nu,$$

denn wir dürfen nur in der zweigliedrigen Winkelformel a = b = 1 setzen. Eine Axe ist hier nicht mehr zu bestimmen.

Axenpunkte $tg = \sqrt{m^2+1} : \nu$, denn $m = \mu$ und $n = \infty$, und

Kantenzone $tg = \sqrt{m^2+2} : \mu - \nu$, denn m = n zu setzen.

Für die Granatoederkantenzone m = 1, folglich $tg = \sqrt{3} : \mu - \nu$. Für die Granatoederkante selbst $\mu = 1$ und $\nu = 0$, folglich $tg = \sqrt{3} = 60^0$.

Für die Neigung der Flächen gegen die Axenebene ist $tg = \frac{1}{\nu}\sqrt{\mu^2+1}$, denn $m = \mu$, und $n = \infty$. Für das Oktaeder, darin $\mu = \nu = 1$, gibt $tg = \sqrt{2} = 54^0\,44'$.

$\cos = -\frac{1+\mu\mu_,+\nu\nu_,}{\sqrt{1+\mu^2+\nu^2}\sqrt{1+\mu_,^2+\nu_,^2}}$. Die Rechnungen werden auch hiermit elegant: Oktaeder $\mu = \nu = \mu_, = 1$, $\nu = -1$ gibt $\cos = -\frac{1}{3} = 109^0\,28'$; Granatoeder $\mu = \nu_, = 1$, $\mu_, = \nu = 0$ gibt $\cos = -\frac{1}{2} = 60^0$; Leucitoeder $\mu = \nu = \mu_, = \frac{1}{2}$, $\nu = -\frac{1}{2}$ gibt $\cos = -\frac{2}{3}$. Halber Oktaederwinkel $\cos\frac{1}{2}\omega = \sqrt{0,333}$; halber Granatoederwinkel $\cos\frac{1}{2}\omega = \frac{1}{2}$.

Allgemein $\cos = -\frac{\mu\mu_{,}+\nu\nu_{,}+\pi\pi_{,}}{\sqrt{\mu^2+\nu^2+\pi^2}\sqrt{\mu_{,}^2+\nu_{,}^2+\pi_{,}^2}}$. Wenn wir die Kanten ein und desselben Körpers ausrechnen wollen, so vereinfacht sich die Formel noch in

$$\cos = -\frac{\mu\mu_{,}+\nu\nu_{,}+\pi\pi_{,}}{\mu^2+\nu^2+\pi^2},$$

weil die gestrichelten und ungestrichelten Buchstaben sich nicht unterscheiden. Suchten wir z. B. den Winkel der Fläche $a:\frac{1}{2}b:\frac{1}{3}c$ mit $\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}b:c$, so ist $\frac{1\,2\,3}{2\,3\,1}\ldots \cos = -\frac{1\cdot 2+2\cdot 3+3\cdot 1}{2^2+3^2+1^2} = \frac{11}{14}$.

Setzen wir die Zonenpunkte ma, nb, pc, so sind die

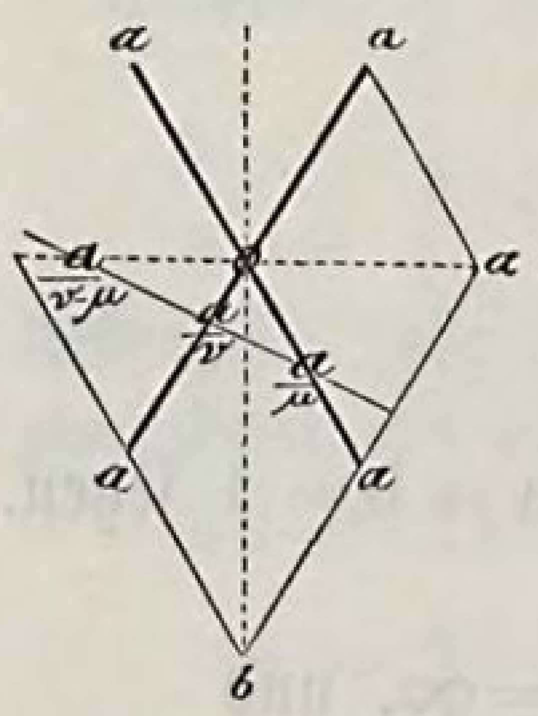
Seiten $\cos = +\frac{mm_{,}+nn_{,}+pp_{,}}{\sqrt{m^2+n^2+p^2}\sqrt{m_{,}^2+n_{,}^2+p_{,}^2}}$, eine vollständig reciproke Formel. Suchen wir den Seitenwinkel der Granatoederfläche, so ist $m=n=1$ und $m_{,}=1$, $n_{,}=-1$, gibt

$$\cos = -\frac{1-1+1}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{3}} = -\tfrac{1}{3}\ \ldots\ 70^0\ 32' \text{ (Oktaederwinkel).}$$

Dreiundeinaxiges System.

$$tg = \sqrt{3}\sqrt{m^2n^2+(3m^2+n^2)a^2} : 3m\mu - n\nu.$$

Es sei uns ein Axenkreuz aa gegeben, das sich unter 60^0 schneidet, construire ich dazu durch Parallelogramme die Kantenzonen ob und oa, so wird die Kantenzonenlinie oa im stumpfen Winkel gleich der Axe a sein, im scharfen dagegen ist $ob = b = a\sqrt{3}$. Ziehe ich nun eine beliebige $\frac{a}{\mu}:\frac{a}{\nu}$, so muß diese nach dem Kantenzonengesetz die dritte a im stumpfen Winkel in $\frac{a}{\nu-\mu}$, die zwischenliegende b im scharfen in $\frac{b}{\mu+\nu}$ schneiden. Das Zeichen der Linie



ist also $\frac{a}{\mu}:\frac{a}{\nu}:\frac{a}{\nu-\mu}$, und da ich nun zwischen je zwei a eine Zwischenaxe b, also im Ganzen dreimal, legen kann, so werde ich die Schnitte in b durch einfache Addition der Nenner von a finden. Zwischen $\frac{a}{\nu}$ und $\frac{a}{\nu-\mu}$ liegt $\frac{b}{2\nu-\mu}$; zwischen $\frac{a}{\nu-\mu}$ und $\frac{a}{\mu}$ liegt $\frac{b}{\nu-2\mu}$, die hier jenseits $\frac{a}{\mu}$ fällt. Das vollständige Zeichen der Linie ist also

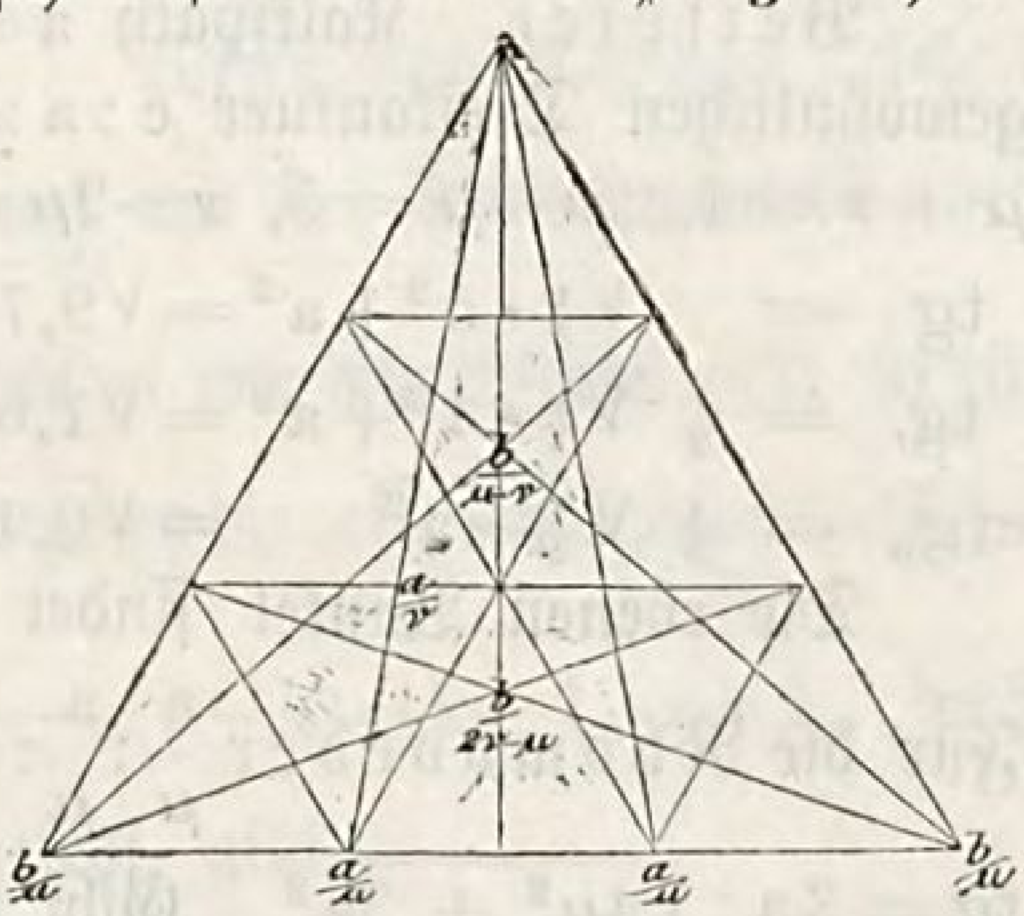
$$\frac{a}{\mu}:\frac{b}{\mu+\nu}:\frac{a}{\nu}:\frac{b}{2\nu-\mu}:\frac{a}{\nu-\mu}:\frac{b}{\nu-2\mu}.$$

Bei der Rechnung haben wir nur eines der b mit einem der a auszuzeichnen, die aber wie die punktirten Linien unserer Figur auf einander

senkrecht stehen müssen. Die allgemeine Linie in unserem Fall ist also durch das Zeichen $\frac{a}{\nu-\mu} : \frac{b}{\mu+\nu}$ gegeben. Wollen wir mit diesem Zeichen rechnen, so ist in der zweigliedrigen Kantenwinkelformel $b = a\sqrt{3}$ zu setzen, woraus obige hervorgeht. Hauptsache bei allen solchen Betrachtungen bleibt immer, daß man sich eine gute Projectionsfigur mache. Für unsere gewählten rechtwinkligen Axen bilden alsdann die zwischenliegenden a die Kantenzonen, will ich aber ihren Schnitt nach dem Kantenzonengesetz finden, so muß ich den gefundenen Ausdruck mit 2 multipliciren, um ihn auf die Axe beziehen zu können: z. B. die Axe zwischen $\frac{a}{\nu-\mu}$ und $\frac{b}{\mu+\nu}$ hätte nach dem Kantenzonengesetz $\frac{a}{2\nu}$, auf die Axe a bezogen aber $2 \cdot \frac{a}{2\nu} = \frac{a}{\nu}$.

Rhomboeder	Endkante $tg = \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{a^2}{\mu^2}}$, $a = \mu\sqrt{tg^2 - \frac{1}{3}}$
$\frac{a}{\mu} : \frac{a}{\mu} : \infty a$	Neigung gegen die Axe $tg_o = \frac{a}{\mu}\sqrt{\frac{3}{4}}$.

Bei der Rechnung wählen wir am geschicktesten immer diejenige Rhomboederkante, welche in der Axe b liegt, für diese ist aber $m = \infty$, $n = \mu$. Da nun ferner eine Rhomboederfläche $\frac{a}{\mu} : \frac{a}{\mu} : \infty a$ die Axe b ebenfalls in $\frac{b}{\mu}$ schneiden muß, ihr Zeichen auf rechtwinklige Axen bezogen also $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\mu}$ wird, so ist $\nu = \mu$ zu setzen, woraus die Endkantenformel folgt. Für die Neigung gegen Axe c ist $\sin = \frac{b}{2\mu}$ und $\cos = 1$.



Beispiel. Bitterspath von Snarum ($Mg\ddot{C}$) mißt 107° 28′ in der Endkante, folglich (bei $\mu = 1$) ist $a = \sqrt{tg^2\, 53 \cdot 44 - \frac{1}{3}} = \sqrt{1,5244} = 1,235$. Für die Neigung gegen die Axe $tg_o = a\sqrt{\frac{3}{4}} = 46^0\, 55'$.

Dihexaeder	Endkante $tg = \sqrt{3}\sqrt{1 + \frac{a^2}{\mu^2}}$; $a = \mu\sqrt{\frac{1}{3}tg^2 - 1}$.
$\frac{a}{\mu} : \frac{a}{\mu} : \infty a$	Seitenkante $tg_o = \frac{\mu}{a}\sqrt{\frac{4}{3}}$; $a = \frac{\mu}{tg_o}\sqrt{\frac{4}{3}}$.

Da eine Endkante in dem Axenpunkte $\frac{a}{\mu}$ liegen muß, so ist für diese $m = \mu$, $n = \infty$ und $\mu = \nu$. Die Seitenkante ergänzt die Neigung zur Axe c zu 90°.

Beispiel. Das Quarzdihexaeder hat nach Kupfer in der Seitenkante 103° 35′ in der Endkante 133° 44′, folglich (für $\mu = 1$)

$$a = \frac{2}{tg_o\ 51^0\ 47\tfrac{1}{2}'\sqrt{3}};\ \lg\frac{2}{\sqrt{3}} = 0{,}06247,\ a = 0{,}9089 = \sqrt{0{,}8262}.$$

Gibt $tg = \sqrt{3}\sqrt{1{,}8262} = 66^0\ 52'$.

Dreikantner $\frac{a}{\mu} : \frac{a}{\nu} : \frac{a}{\nu-\mu}$, $\frac{b}{\mu+\nu} : \frac{b}{2\nu-\mu} : \frac{b}{\nu-2\mu}$

$$\left\{\begin{array}{l} \text{stumpfe Endk. } tg = \frac{1}{\mu}\sqrt{\tfrac{1}{3}(2\nu-\mu)^2+a^2}. \\ \text{scharfe Endk. } tg_, = \frac{1}{\nu-\mu}\sqrt{\tfrac{1}{3}(\mu+\nu)^2+a^2}. \\ \text{Seitenkante } ctg_o = \frac{1}{\nu}\sqrt{\tfrac{1}{3}(\nu-2\mu)^2+a^2}. \end{array}\right.$$

Zu dem Ende projiciren wir den Dreikantner, so liegen die dreierlei Winkel in der Axe b. Die stumpfe Endkante tg dem Projectionsmittelpunkte am nächsten liegend hat $m = \infty$, $n = \nu = 2\nu-\mu$; die scharfe Endkante $tg_,$ vom Mittelpunkte etwas entfernter hat $m = \infty$, $n = \nu = \mu + \nu$ und $\mu = \nu - \mu$; endlich die entfernteste scharfe tg_o hat $m = \infty$, $n = \nu = \nu - 2\mu$ und $\mu = \nu$, doch finde ich durch diese Formel die Neigung der Fläche zur Hauptaxe, welche das Complement zum halben Seitenkantenwinkel bildet, daher cotg.

Beispiel. Kalkspath $a = \sqrt{1{,}3702}$. Suchen wir die Winkel des gewöhnlichen Dreikantner $c : a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$, so ist $\mu = 1$, $\nu = 3$, $\nu-\mu = 2$, $\mu + \nu = 4$, $2\nu-\mu = 5$, $\nu-2\mu = 1$, folglich

$$tg = \sqrt{\tfrac{1}{3}\cdot 5^2+a^2} = \sqrt{9{,}7035},\ \lg tg = 0{,}49346 \ldots\ldots 72^0\ 12'.$$
$$tg_, = \tfrac{1}{2}\sqrt{\tfrac{1}{3}\cdot 4^2+a^2} = \sqrt{1{,}6759},\ \lg tg_, = 0{,}11212 \ldots\ldots 52^0\ 19'.$$
$$ctg_o = \tfrac{1}{3}\sqrt{\tfrac{1}{3}+a^2} = \sqrt{0{,}1893},\ \lg ctg_o = 9{,}63857 \ldots\ldots 66^0\ 30'.$$

Die ebenen Winkel findet man mittelst der Projection ohne Mühe.

Für die Rhomboeder $\frac{a}{\mu} : \frac{a}{\mu} : \infty a$ beträgt der halbe Winkel an der Endecke $tg = 3a : \sqrt{4\mu^2 + 3a^2}$. Gibt für das Kalkspathrhomboeder $tg = 3a : \sqrt{4 + 3a^2} \ldots\ldots 50^0\ 52\tfrac{1}{2}'$.

$$\cos\omega = \mp \frac{a^2 + \mu\mu_, + \frac{1}{3}\nu\nu_,}{\sqrt{a^2+\mu^2+\frac{1}{3}\nu^2}\sqrt{a^2+\mu_,^2+\frac{1}{3}\nu_,^2}} \text{ gibt für}$$

Rhomboederkanten ($\mu=\nu=\nu_, = 1$, $\mu_, = -1$) $\cos\omega = \frac{2-3a^2}{4+3a^2}$;

Dihexendkanten ($\mu=\nu=\mu_, = +1$, $\nu_, = -1$) $\cos\omega = -\frac{2+3a^2}{4+3a^2}$;

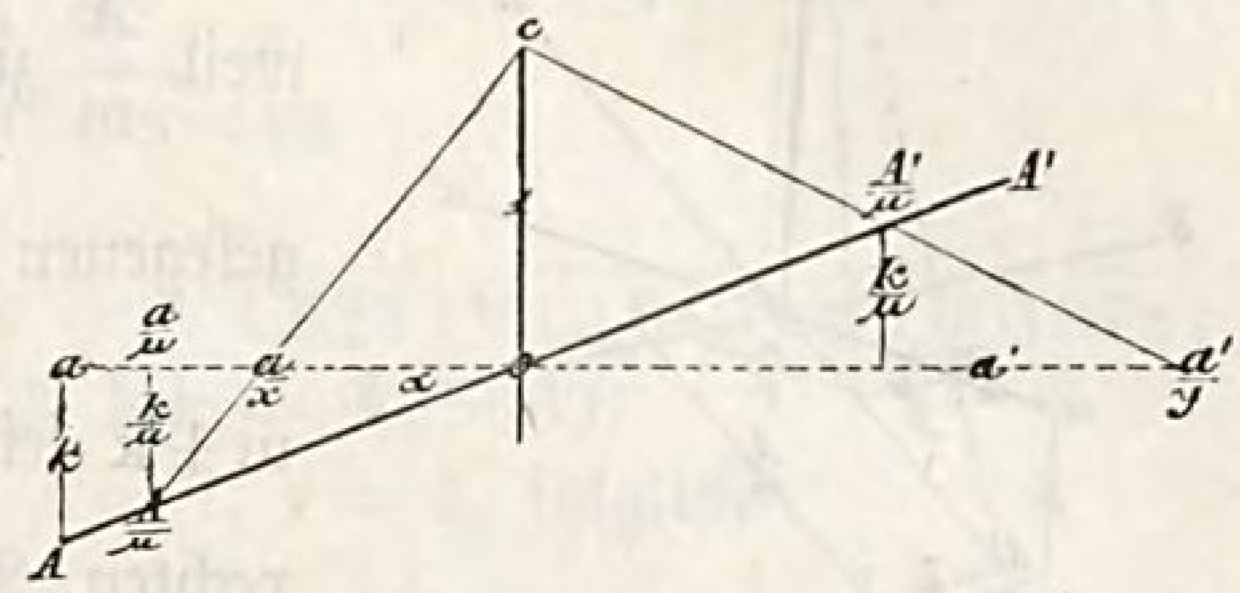
halbe Rhombendkten ($\mu=\nu=1, \mu_, = -\infty$, $\nu_, = o$) $\cos\frac{1}{2}\omega = \sqrt{\frac{3}{3a^2+4}}$;

halbe Dihexendkten ($\mu=\nu=1$, $\mu=o$, $\nu_, = -\infty$) $\cos\frac{1}{2}\omega = \sqrt{\frac{1}{3a^2+4}}$.

$$\text{Seite } \cos = \pm \frac{\alpha^2 + mm_, + 3nn_,}{\sqrt{\alpha^2+m^2+3n^2}\sqrt{\alpha^2+m_,^2+3n_,^2}}.$$

Zweiundeingliedriges System.

$$tg = ab\sqrt{n^2(m\pm k)^2 + n^2a^2 + m^2b^2} : m(\mu\pm k)\,b^2 - n\nu a^2.$$



Da Axe b auf c und A senkrecht und blos A auf c schief steht, so wollen wir die Axenebene Ac zu Papier bringen, worin oA und oA' die Einheiten der schiefen Axen bezeichnen, substituiren wir dafür eine andere Axeneinheit oa und oa', welche rechtwinklig gegen c steht, so möge eine beliebige Zonenaxe $c : \frac{A}{\mu}$ die rechtwinklige a in $\frac{a}{x}$ schneiden. Setzen wir nun die senkrechte Abweichung Aa = k und Winkel $A/a = \alpha$, so ist $k = A \cdot \sin\alpha$. Ferner verhält sich

$$1 : \frac{k}{\mu} = \frac{a}{x} : \frac{a}{\mu} - \frac{a}{x} \text{ oder } 1 + \frac{k}{\mu} : \frac{a}{\mu} = 1 : \frac{a}{x}, \frac{a}{x} = \frac{a}{\mu + k} \text{ und hinten}$$

$\frac{a'}{y} = \frac{a'}{\mu - k}$. Eine beliebige Fläche $\frac{A}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ hat also den neuen Ausdruck $\frac{a}{\mu+k} : \frac{b}{\nu}$ und $\frac{A'}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ den Ausdruck $\frac{a'}{\mu-k} : \frac{b}{\nu}$. Wenn man aber das Zeichen für rechtwinklige Axen hat, so könnte man mit der Kantenwinkelformel des zweigliedrigen Systems rechnen.

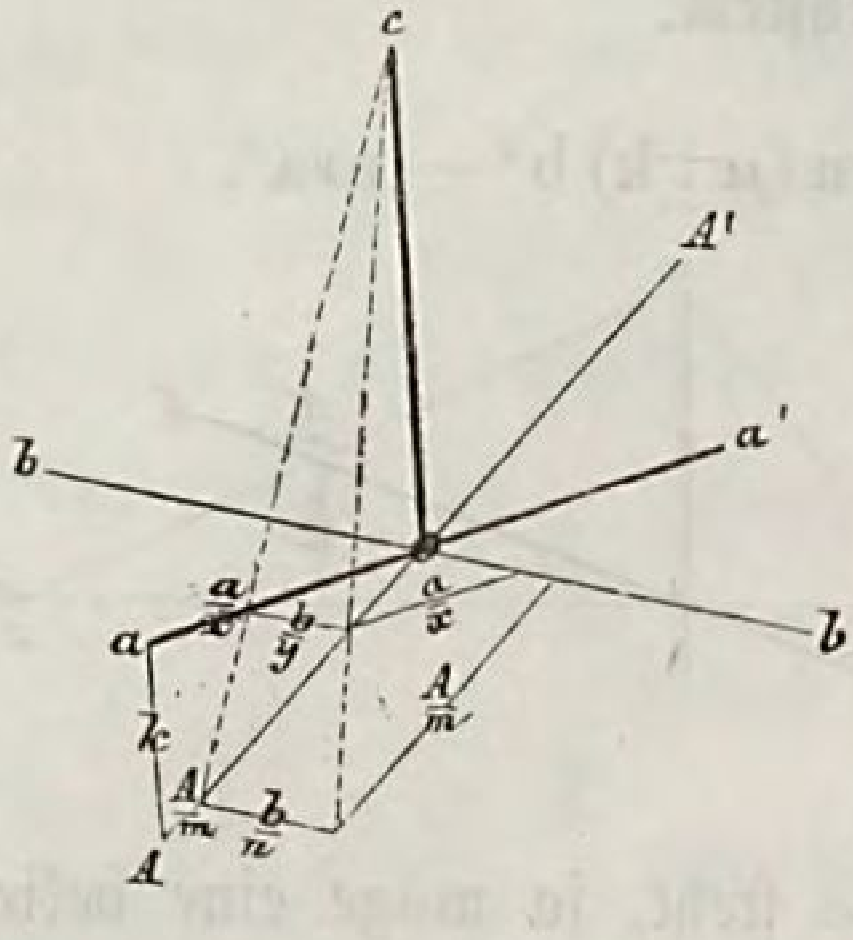
Beispiel. Feldspath pag. 46. Suchen wir den Winkel o/T, so ist $o = \frac{a'}{1-k} : \frac{b}{2}$, folglich nach dem Kantenzonengesetz die erste Kantenzone o/T = $\frac{a}{2-(1-k)} = \frac{a}{1+k}$, also $m = n = 1 + k$, $\mu = -(1-k) = k - 1$, $\nu = 2$, dieß in die zweigliedrige Kantenwinkelformel gesetzt, gibt

$$tg = ab\sqrt{(1+k)^2 + a^2 + b^2} : (k-1)b^2 - 2a^2.$$

Suchten wir in der Diagonalzone von P den Winkel M/n, so wäre $n = \frac{a}{1+k} : \frac{b}{4}$, also $m = 1 + k$, $n = \infty$, $\mu = 1 + k$, $\nu = 4$, folglich

$$tg = \frac{b}{4a}\sqrt{(1+k)^2 + a}.$$

Für den Anfänger ist dieß der unmittelbarste Weg zum Ziele, einfacher wird es jedoch, wenn man sich gleich die allgemeine Formel hinstellt. Ziehen wir nämlich vom Scheitelpunkte c eine Linie (Zonenaxe) nach einem beliebigen Punkte $\frac{A}{m}, \frac{b}{n}$ in der schief gegen Axe c stehenden Projectionsebene, so möge durch diese Linie die rechtwinklig gegen c gedachte Projectionsebene in einem Zonenpunkte $\frac{a}{x}, \frac{b}{y}$ geschnitten werden.



$\frac{A}{m}$ und $\frac{a}{x}$ sind die senkrechten Abstände von b in den Axenebenen Ab und ab, daher muß, weil $\frac{A}{m}$ zu $\frac{a}{m+k}$ in der rechtwinklig gegen c gelegenen Ebene wird, $\frac{a}{x} = \frac{a}{m+k}$, oder $x = m+k$ sein. Ebenso sind $\frac{b}{n}$ und $\frac{b}{y}$ die senkrechten Abstände von der Axenebene Aac, weil beide der ebenfalls auf Aac senkrechten Axe b parallel gehen. Zonenaxe und senkrechte Abstände liegen daher in einer Ebene, und schneiden die Axenebene Aac in der Linie $c\frac{a}{x}\frac{A}{m}$, und da $\frac{b}{n}$ in Ebene Ab der $\frac{b}{y}$ in Ebene ab parallel geht, so ist

$\frac{b}{n} : \frac{b}{y} = c \ldots \frac{A}{m} : c \ldots \frac{a}{x} = \frac{a}{m} : \frac{a}{m+k}$; folglich vorn $\frac{b}{y} = \frac{mb}{n(m+k)}$ und hinten $\frac{b}{y} = \frac{mb}{n(m-k)}$. Wir bedürfen übrigens dieses Apparates nicht einmal, sondern da Zonenpunkt $\frac{a}{x}, \frac{b}{y}$ im Durchschnitte zweier Ebenen $\frac{A}{m} : \infty b : c$ und $\frac{b}{n} : \infty A : c$ liegt, die in der Axenebene ab den Ausdruck $\frac{a}{m+k} : \frac{b}{0} : c$ und $\frac{b}{n} : \frac{a}{0+k} : c$ haben, so ist in der Zonenpunktformel nur $\mu = m+k$, $\nu = 0$ und $\mu, = k$, $\nu, = n$ zu setzen, um sofort $\frac{b}{y}$ zu bekommen. Eine Fläche $\frac{A}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ und ein Zonenpunkt $\frac{A}{m}, \frac{b}{n}$ bekommen daher in der neuen rechtwinkligen Ebene den Ausdruck $\frac{a}{\mu \pm k} : \frac{b}{\nu}$ und $\left(\frac{a}{m \pm k}, \frac{mb}{n(m \pm k)}\right)$; substituiren wir demnach in der Kantenwinkelformel des zweigliedrigen Systems $\mu = \mu \pm k$, $m = m \pm k$ und $n = \frac{n(m \pm k)}{m}$, so kommt obige

$$tg = ab\sqrt{n^2(m \pm k)^2 + n^2a^2 + m^2b^2} : m(\mu \pm k)b^2 - n\nu a^2.$$

Suchen wir die Winkel der Kantenzonen $\frac{A}{m}, \frac{b}{m}$, so ist $m = n$, folglich

$$tg = ab\sqrt{(m \pm k)^2 + a^2 + b^2} : (\mu \pm k)b^2 - \nu a^2$$

für $m = 1$ haben wir die erste Kantenzone; für den Winkel o/T ist dann $\mu = -1$ und $\nu = 2$, folglich wie oben

$$tg = ab\sqrt{(1+k)^2 + a^2 + b^2} : (k-1)b^2 - 2a^2.$$

Wir müssen von $m \pm k$ das Zeichen + wählen, weil der Zonenpunkt vorn

liegt. Für P/T wird $\mu=1$, $\nu=0$, folglich
$$tg = a \sqrt{(1+k)^2+a^2+b^2} : (1+k)b.$$

Für die Diagonalzonen $\frac{A}{m}, \frac{b}{\infty}$ der Schiefendflächen ist $m=\mu$, und $n=\infty$, folglich $tg = b\sqrt{(\mu \pm k)^2+a^2} : \nu a$.

Beispiel. Feldspath hat:
$$a : b : k = 2{,}128 : 3{,}598 : 0{,}04334 = \sqrt{4{,}529} : \sqrt{12{,}949} : \sqrt{0{,}001878};$$
$$lga = 0{,}32800,\ lgb = 0{,}55612,\ lgk = 8{,}63689.$$
Suchen wir den Winkel M/n, so ist $\mu = 1$, $\nu = 4$, folglich
$tg = b\sqrt{(1+k)^2+a^2} : 4a = \frac{b}{4a}\sqrt{5{,}617}$ gibt 45° 3′, n stumpft also die rechtwinklige Kante zwischen P/M fast gerade ab, indem sie mit M den Winkel 180°—45° 3′ = 134° 57′ macht, der stumpfe Winkel 90° 6′ liegt also über P.

Auf der Hinterseite ist für Winkel o/M $\mu = 1$, $\nu = 2$ zu setzen, und da hinten das Zeichen — gilt, $tg = b\sqrt{(1-k)^2+a^2} : 2a$.

Die Zonenpunkte $\frac{A}{\infty}, \frac{b}{n}$ geben die Neigung der Flächen gegen die Axenebene bc, für sie ist $m = \infty$, $n = n$, also $tg = a\sqrt{n^2+b^2} : (\mu \pm k)b$.

Neigung gegen Axe c hat $tg = ab : \sqrt{(\mu \pm k)^2 b^2+\nu^2 a^2}$. Denn habe ich eine allgemeine Sectionslinie $\frac{a}{\mu \pm k} : \frac{b}{\nu}$, so ist das Perpendikel vom Mittelpunkt darauf gefällt $\sin = \frac{a}{\mu \pm k} \cdot \frac{b}{\nu} : \sqrt{\frac{a^2}{(\mu \pm k)^2} : \frac{b^2}{\nu^2}}$, und $\cos = c = 1$. Oder ich kann auch in der allgemeinen Formel des zweigliedrigen Systems $m=(\mu \pm k)0$, $n=\nu \cdot 0$, $\mu=\mu \pm k$, $\nu = -\nu$ setzen. Für die Neigung der Schiefendflächen gegen Axe c ist $\nu=0$, folglich vorn $tg=a : \mu+k$ und hinten $tg=a' : \mu-k$.

Neigung von g/M ist $tg = ab : \sqrt{k^2b^2+a^2}$. Denn da $g=b : \infty A = b : \frac{A}{0}$, so wird dies in der rechtwinkligen Projectionsebene $b : \frac{a}{0 \pm k}$, und das Perpendikel vom Mittelpunkt auf diese Linie ist der sin für $\cos=c=1$. Oder allgemein für eine Linie $\frac{b}{\nu} : \frac{a}{\pm k}$ ist
$$tg = ab : \sqrt{k^2b^2+\nu^2a^2}.$$

Die Rechnung der Axenelemente a, b, k wird am einfachsten, wenn man den Säulenwinkel und die Winkel zweier Augitartigen Paare mißt. Hätten wir z. B. beim Feldspath den Säulenwinkel T/T = 118° 48′, n/n = 90° 6′ und o/o = 126° 14′ gefunden, so heiße tg = tg 59° 24′, $tg_{,}$ = tg 45° 3′ und tg_{o} = tg 63° 7′. Nun ist aber
$$tg\ 59^0\ 24' = tg\ M/T = \frac{b}{a};$$

$$\text{tg } 45^0\ 3' = \text{tg}_,\ \text{M/n} = \frac{\text{b}}{4\text{a}}\sqrt{(1+\text{k})^2+\text{a}^2};$$

$$\text{tg } 63^0\ 7' = \text{tg}_0\ \text{M/o} = \frac{\text{b}}{2\text{a}}\sqrt{(1-\text{k})^2+\text{a}^2},\ \text{folglich}$$

$$4\text{tg}_, = \text{tg}\cdot\sqrt{(1+\text{k})^2+\text{a}^2},\ \frac{16\text{tg}_,^2}{\text{tg}^2} - (1+\text{k})^2 = \text{a}^2$$

$$2\text{tg}_0 = \text{tg}\sqrt{(1-\text{k})^2+\text{a}^2},\ \frac{4\text{tg}_0^{\ 2}}{\text{tg}^2} - (1-\text{k})^2 = \text{a}^2$$

$$\frac{16\text{tg}_,^{\ 2}}{\text{tg}^2} - (1+\text{k})^2 = \frac{4\text{tg}_0^{\ 2}}{\text{tg}^2} - (1-\text{k})^2,$$

$$\frac{16\text{tg}_,^{\ 2} - 4\text{tg}_0^{\ 2}}{\text{tg}^2} = (1+\text{k})^2 - (1-\text{k})^2 = 4\text{k}$$

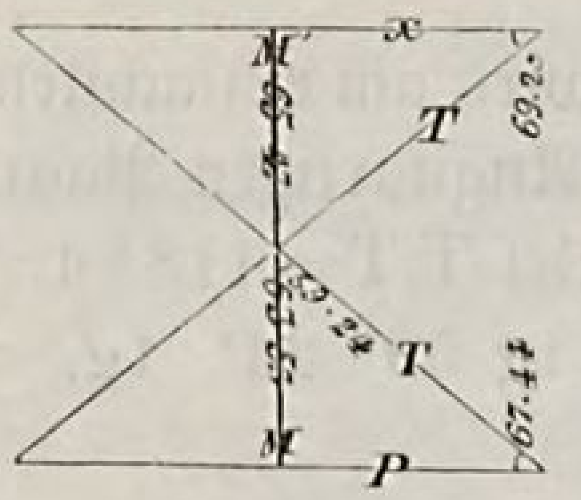
$$\text{k} = \frac{4\text{tg}_,^{\ 2} - \text{tg}_0^{\ 2}}{\text{tg}^2},\ \text{folglich}$$

a^2 bekannt, und b=atg. Der stumpfe Winkel der Axen liegt bei einem +k auf der Seite des ersten Gliedes, also hier auf der Seite von $\text{tg}_,$.

$l4 = 0{,}60206$
$l\text{tg}^2\ 45 \cdot 3 = 0{,}00152$
$0{,}60358$ . . . num. $4{,}014$
$l\text{tg}^2\ 63 \cdot 7 = 0{,}59005$ . . . — $3{,}891$
$l0{,}123 = 9{,}08990$

$l\ 16 = 1{,}20412$ $l\text{tg}^2\ 59 \cdot 24 = 0{,}45624$
$l\text{tg}_,^{\ 2} = 0{,}00152$ $l\text{k} = 8{,}63366$ . . . num. $0{,}04302$
$1{,}20564$ $l\text{k}^2 = 7{,}26732$ . . . — $0{,}00186$
$l\text{tg}^2 = 0{,}45624$
$0{,}74940$ . . . num. $5{,}6157$
$l(1+\text{k})^2 0{,}03685$ . . . — $1{,}0886$
$\text{a}^2 = 4{,}5271$
$l\text{a}^2 = 0{,}6558$
$l\text{a} = 0{,}3279$ . . . . num. a = $2{,}1276$.
$l\text{tg}\ 59 \cdot 24 = 0{,}22812$
$l\text{b} = 0{,}55602$ . . . num. b = $3{,}5977$.

Hätte man in der Feldspathprojection
$\text{T/T} = 59^0\ 24' = \text{tg},\ \text{P/T} = 67^0\ 44' = \text{tg}_,$ und $\text{x/T} = 69^0\ 20' = \text{tg}_0$ gegeben, so bedient man sich am besten der sphärischen Trigonometrie. Im

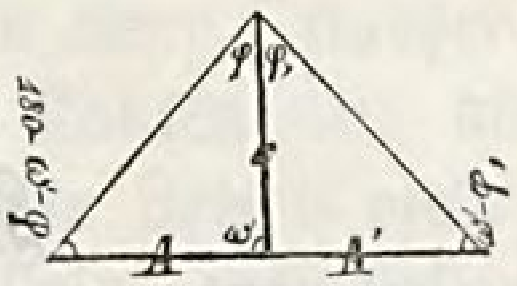


rechtwinkligen sphärischen Dreieck MPT findet man die Seite $\text{M} = 63 \cdot 53$, da $\cos \text{M} = \frac{\cos 67 \cdot 44}{\sin 59 \cdot 24}$, ebenso im sphärischen Dreieck MTx Seite $\text{M}' = 65 \cdot 47$. Jetzt macht man von dem Satze

$$\text{tg}\omega = \frac{2 \sin\varphi \sin\varphi_,}{\sin(\varphi-\varphi_,)} = \frac{2}{\cot g\varphi_, - \cot g\varphi}\ \text{(Basalformel)}$$

Gebrauch. Nach den eingeschriebenen Buchstaben ist

$$\left.\begin{array}{l} A : \sin\varphi = c : \sin(\omega+\varphi) \\ A_, : \sin\varphi_, = c : \sin(\omega-\varphi_,) \end{array}\right\} \frac{\sin\varphi}{\sin(\omega+\varphi)} = \frac{\sin\varphi_,}{\sin(\omega-\varphi_,)}$$



oder

$$\sin\varphi\cdot\sin\omega\cdot\cos\varphi_, - \sin\varphi\cos\omega\cdot\sin\varphi_, = \sin\varphi_,\sin\omega\cdot\cos\varphi + \sin\varphi_,\cos\omega\cdot\sin\varphi$$
$$\sin\varphi\cdot\sin\omega\cdot\cos\varphi_, - \sin\varphi_,\cdot\sin\omega\cdot\cos\varphi = 2\sin\varphi\cdot\sin\varphi_,\cdot\cos\omega.$$

Der Satz bleibt derselbe, wenn man unter $\varphi\varphi_,$ die Winkel gegen Axe AA' versteht.

In unserm Falle wird $\varphi = M = 63^0\ 53'$ und $\varphi_, = M' = 65^0\ 47'$, folglich $tg\omega = 88^0\ 50'$. Da $\varphi_,$ größer als φ, so liegt der stumpfe Winkel $\omega = 91^0\ 10'$ auf der Vorderseite. Die Abweichung von R beträgt also $\omega - 90^0 = \alpha = 1^0\ 10'$. Jetzt verhält sich $A : \sin 63\cdot 53 = c : \sin 24\cdot 57$ $(2R - (63\cdot 53 + 91\cdot 10))$, also $lA = 0{,}32809$, $a = A\cdot\cos 1\cdot 10 = 2{,}128$; $k = A\cdot\sin 1\cdot 10 = 0{,}0434$; $b = a\,.\,tg\,59\cdot 24 = 3{,}598$.

Die Basalformel läßt sich leicht verallgemeinern: nähmen wir vorn eine Fläche $c : \frac{a}{\mu}$ hinten $c : \frac{a'}{\mu_,}$, so wäre $tg\omega = \frac{(\mu+\mu_,)\sin\varphi\cdot\sin\varphi_,}{\mu\sin\varphi\cdot\cos\varphi_, - \mu_,\cos\varphi\cdot\sin\varphi_,}$ $= \frac{\mu+\mu_,}{\mu\cot g\varphi_, - \mu_,\cot g\varphi}$. Hätte man die Neigung der Schiefendfläche gegen Axe A und A' respective φ und $\varphi_,$ gesetzt, so würde

$$tg\omega = \frac{(\mu+\mu_,)\sin\varphi\cdot\sin\varphi_,}{\mu_,\sin\varphi\cos\varphi_, - \mu\cos\varphi\sin\varphi_,} = \frac{\mu+\mu_,}{\mu_,\cot g\varphi_, - \mu\cot g\varphi}.$$

Für den Fall $\mu = \mu_, = 1$ geht alles in die einfache Basalformel über.

$$\cos\omega = -\frac{a^2b^2 + (\mu\pm k)(\mu_,\pm k)b^2 + \nu\nu_,a^2}{\sqrt{a^2b^2 + (\mu\pm k)^2b^2 + \nu^2a^2}\sqrt{a^2b^2 + (\mu_,\pm k)^2b^2 + \nu_,^2a^2}}.$$

Für n Feldspath wird $\mu = \mu_, = 1$, $\nu = 4$, $\nu_, = -4$ gibt

$$\cos n/n = \frac{a^2b^2 + (1+k)^2\ b^2 - 16a^2}{a^2b^2 + (1+k)^2\ b^2 + 16a^2} = 89^0\ 53\tfrac{1}{2}'.$$

Halbe Winkel liegen nur in der Medianebene, für diesen Fall ist $\mu_, = 0$, $\nu_, = \infty$, gibt

$$\cos\tfrac{1}{2}\omega = \frac{\nu a}{\sqrt{a^2b^2 + (\mu\pm k)^2\ b^2 + \nu^2a^2}};$$

für Mn wird $\mu = 1$, $\nu = 4$ folgt

$$\cos M/n = \frac{4\ a}{\sqrt{a^2b^2 + (1+k)^2\ b^2 + 16a^2}}.$$

Das eingliedrige System kommt selten vor, auch scheint es nicht sonderlich praktisch, hier anders als mit trigonometrischen Formeln zu rechnen. Will man jedoch, so substituirt man am besten rechtwinklige Axen, indem man die Axenzeichen irrational macht, wie ich das in den Beiträgen zur rechnenden Krystallographie pag. 20 auseinandergesetzt habe.

Kurze Darstellung der Systeme.

Reguläres System.

Tessular-Syst. Werner (Tessella-Würfelchen), Tesseral-System Naumann. Cubic S. Gleichgliedriges, gleichaxiges, sphäroedrisches. Isometrisches Hausmann.

Holoedrie (Vollzähligkeit).

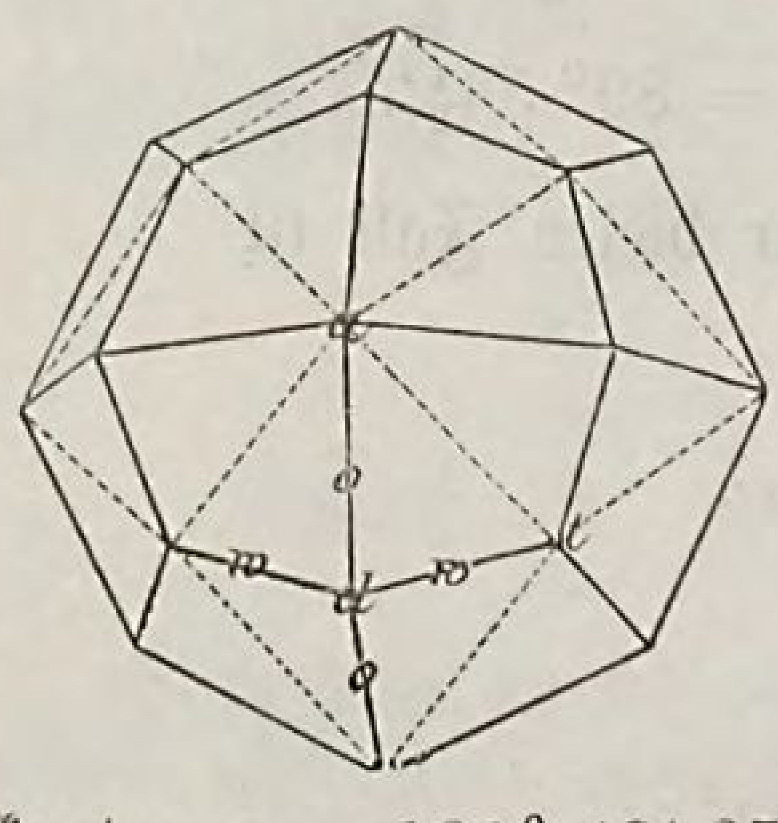
1) **Oktaeder** a : a : a mit $109^0\ 28'\ 16''$ in den Kanten und gleichseitigen Dreiecken;

2) **Würfel** a : ∞a : ∞a mit 90^0 in den Kanten und quadratischen Seiten; gegen die trigonale Axe macht die Fläche $35^0\ 15'\ 52''$, die Kante $54^0\ 44'\ 8''$.

3) **Granatoeder** a : a : ∞a mit 120^0 in den Kanten und Rhomben von $109^0\ 28'\ 16''$ wurden pag. 40 kennen gelehrt.

Setzen wir im Würfel die Hauptaxe von Mittelpunkt zu Mittelpunkt der Flächen d. h. die Kante = 1, so sind die sechs digonalen Axen zwischen den Mittelpunkten der Kanten = $\sqrt{2}$, und die vier trigonalen = $\sqrt{3}$. Im Oktaeder die Hauptaxen = 1, die digonalen zwischen den Mittelpunkten der Kanten = $\frac{1}{2}\sqrt{2}$, die trigonalen zwischen den Mittelpunkten der Flächen $\frac{1}{3}\sqrt{3}$. Im Granatoeder die Hauptaxen = 1, die digonalen zwischen den Mittelpunkten der Flächen = $\frac{1}{2}\sqrt{2}$, die trigonalen zwischen den dreikantigen Ecken = $\frac{1}{2}\sqrt{3}$.

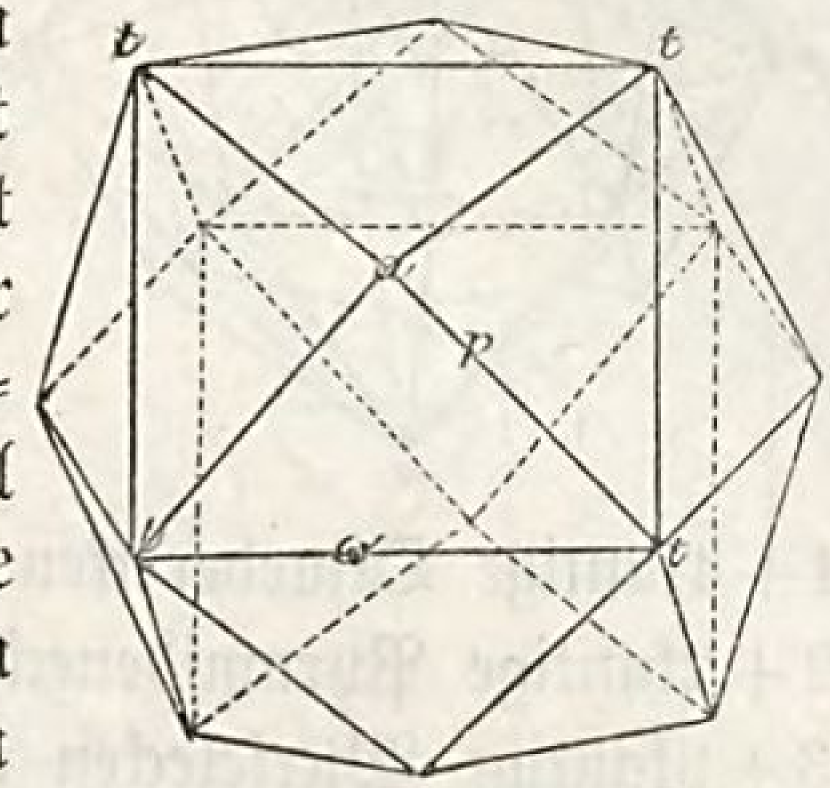
4) **Leucitoeder** (Ikositetraeder, Trapezoeder) a : a : $\frac{1}{2}$a mit 12 Parallelräumen entsteht durch gerade Abstumpfung der Granatoederkanten. Man kann daher ein Granatoeder einschreiben, dessen Kanten den Längsdiagonalen entsprechen. Auf der Projecton pag. 39 entsteht es durch Verbindung der Granatoederkanten (4) mit den Oktaederkanten (6). Die Flächen sind symmetrische Trapezoide (Deltoide), welche durch die Granatoederkante halbirt werden. Kanten zweierlei: gebrochene Oktaederkanten o = $131^0\ 48'\ 37''$, wie die Kanten des eingeschriebenen Oktaeders, und gebrochene Würfelkanten $\omega = 146^0\ 26'\ 34''$, wie die Kanten des eingeschriebenen Würfels liegend. Setzt man die Hauptaxen = 1, welche die vierkantigen Ecken verbinden, so sind die die 2+2kantigen Ecken verbindende digonalen = $\frac{2}{3}\sqrt{2}$, und die die dreikantigen Ecken verbindenden trigonalen Axen = $\frac{1}{2}\sqrt{3}$.



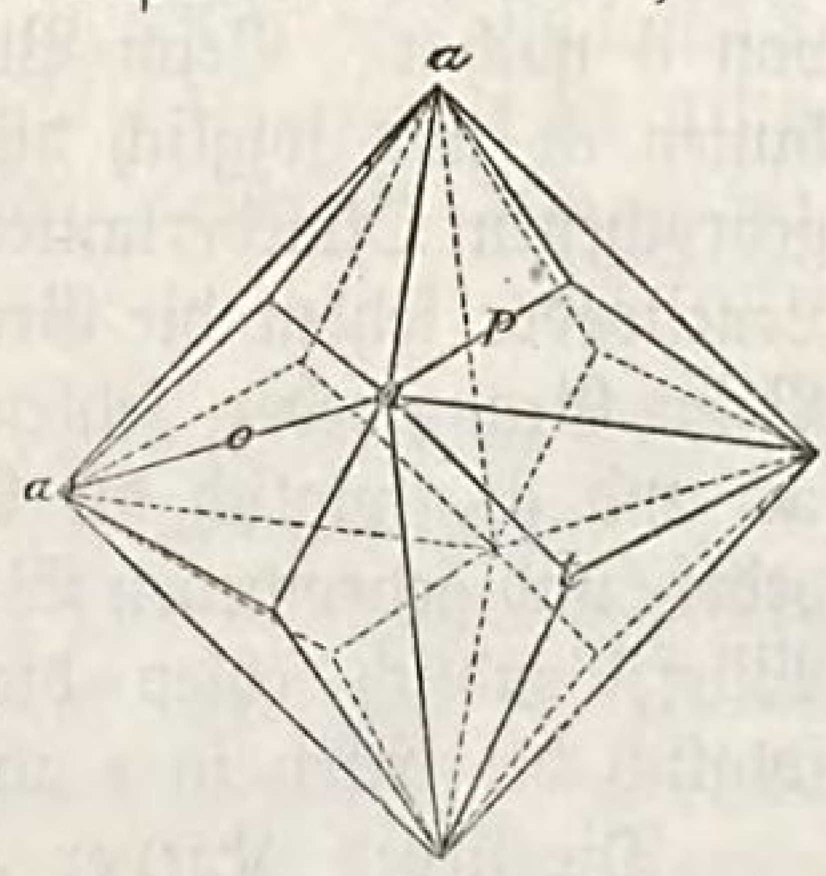
Es gibt, wiewohl seltener, auch Leucitoide a : a : $\frac{1}{3}$a, a : a : $\frac{1}{4}$a ꝛc., sie haben die typische Form der Leucitoeder, aber andere Dimensionen. Das Leucitoid a : a : $\frac{1}{3}$a kommt sehr ausgezeichnet beim Gold und Silber vor, die gebrochenen Oktaederkanten o = $144^0\ 54'$, die gebrochenen Wür-

felkanten $\omega = 129^0\ 31'$, letztern Winkel machen auch die in einer Oktaederecke sich gegenüber liegenden Flächen. Die Summe der Kanten 48, die der Ecken und Flächen 50, denn letztere beträgt nach Legendre stets 2 mehr.

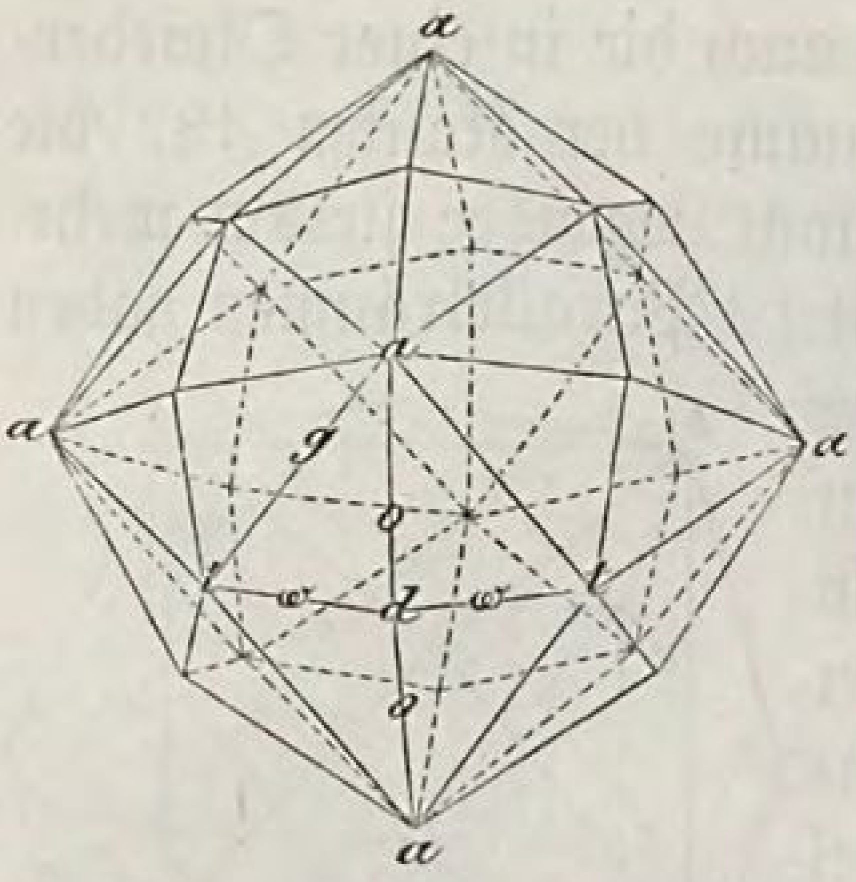
5) **Pyramidenwürfel** (Tetrakishexaeder) mit 12 Parallelräumen haben einen eingeschriebenen Würfel tttt, auf dessen Flächen sich je eine vierseitige Pyramide mit gleichschenkligen Dreiecken erhebt: daher acht Würfel-ω und $4 \cdot 6$ Pyramidenkanten p; ferner acht Würfel-t und 6 vierkantige Pyramidenecken a. Der gewöhnlichste Pyramidenwürfel $a : 2a : \infty a$ hat merkwürdiger Weise lauter gleiche Kantenwinkel von $143^0\ 7'\ 48''$, die Würfelecken t bilden also eine dihexaedrische Ecke, und man kann ihn als vier Dihexaeder ansehen, die sich durchwachsen haben. Setzen wir die die Pyramidenecken a verbindende Hauptaxe = 1, so ist die die Mittelpunkte der Würfelkanten verbindende digonale Axe $= \frac{2}{3}\sqrt{2}$, die die Würfelecken verbindende trigonale Axe $= \frac{2}{3}\sqrt{3}$. Da die Hauptaxe die vierkantigen Endecken der Pyramiden miteinander verbindet, so beträgt die Höhe einer jeden Pyramide $\frac{1}{6}$. Der Pyramidenwürfel entsteht durch Zuschärfung der Würfelkanten. Der von $a : 2a : \infty a$ findet sich selbstständig beim Kupfer und Golde. Außerdem kommen noch vor mit $\frac{3}{2}a$, $\frac{5}{2}a$, 3a, 5a 2c.



6) **Pyramidenoktaeder** (Triakisoktaeder) mit 12 Parallelräumen haben ein eingeschriebenes Oktaeder aaa, auf dessen Flächen sich je eine dreiseitige Pyramide mit gleichschenkligen Dreiecken erhebt, daher 12 Oktaeder-o und $3 \cdot 8$ Pyramidenkanten p; ferner sechs 4+4kantige Oktaederecken a und acht dreikantige Pyramidenecken t. Man führt dreierlei an: $a : a : \frac{3}{2}a$, $a : a : 2a$, $a : a : 3a$, sie kommen aber kaum anders als untergeordnet vor, indem sie die Oktaederkanten zuschärfen. Nehmen wir den mittlern $a : a : 2a$ als Musterform, so hat die Oktaederkante $141^0\ 3'$ und die Pyramidenkante $152^0\ 44'$; die in den Ecken a gegenüberliegenden schneiden sich unter 90^0, der Körper besteht daher aus 4 sich durchdringenden Würfeln. Setzen wir an ihm die die 4+4kantigen Oktaederecken verbindende Hauptaxe $a = 1$, so ist die die Mittelpunkte der Oktaederkanten o verbindende digonale Axe $= \frac{1}{2}\sqrt{2}$, und die die Pyramidenecken t verbindende trigonale Axe $= \frac{2}{5}\sqrt{3}$. Da die trigonale Axe des Oktaeder $= \frac{1}{3}\sqrt{3}$ ist, so beträgt die Höhe der Pyramiden $\frac{1}{15}\sqrt{3}$.



7) **Achtundvierzigflächner** (Hexakisoktaeder, Trigonpolyeder) mit 24 Parallelräumen werden von 48 ungleichseitigen Dreiecken begrenzt. Der gewöhnliche darunter ist das Pyramidengranatoeder $a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a$,

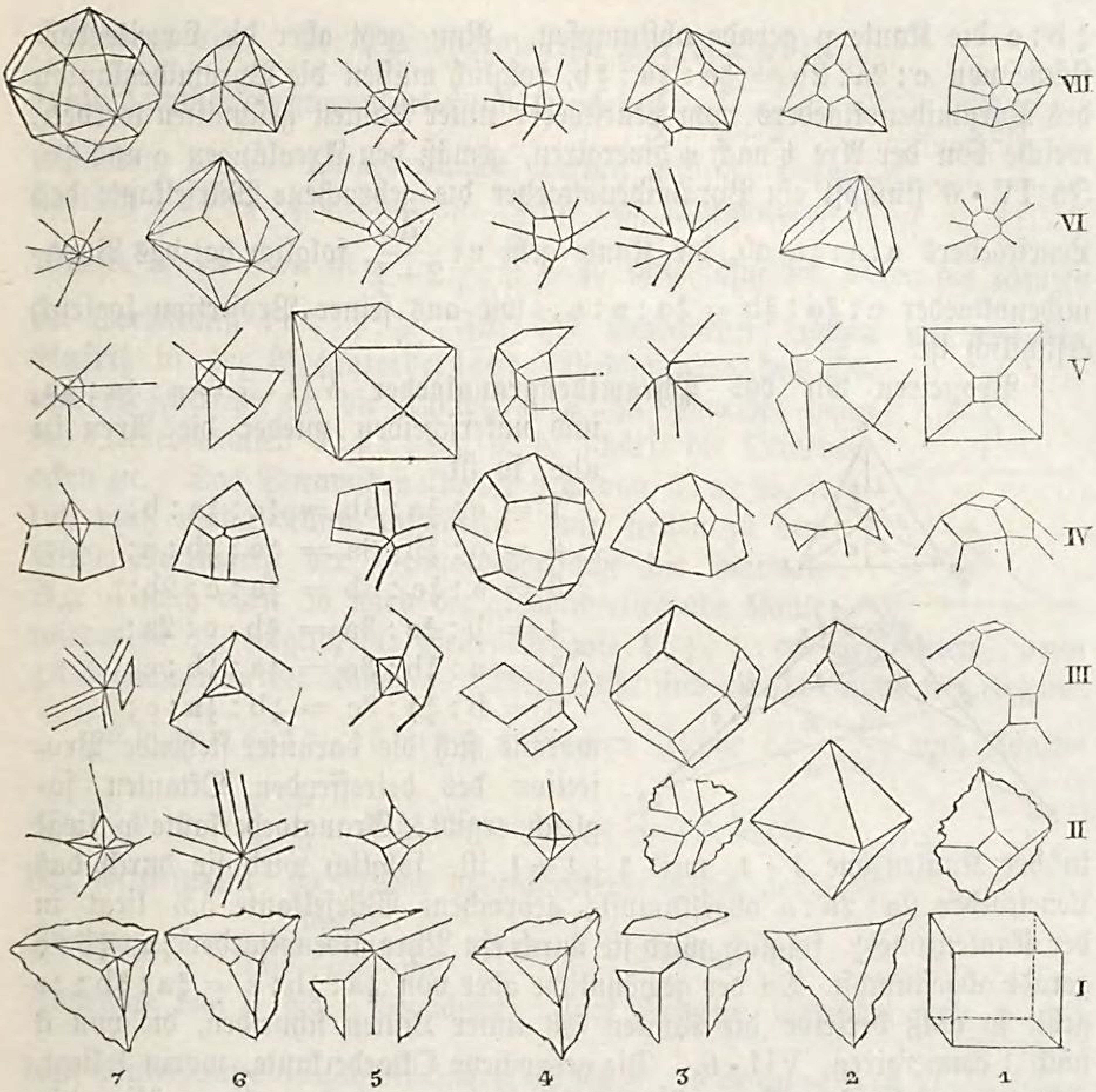


was durch Zuschärfung der Granatoederkanten entsteht. Es erhebt sich daher auf jeder Granatoederfläche atat eine 2+2kantige Pyramide von ungleichseitigen Dreiecken. Wir haben dreierlei Kanten: 24 Granatoederkanten g 158° 13′, dem eingeschriebenen Granatoeder angehörig; 24 gebrochene Oktaederkanten o 149°, und 24 gebrochene Würfelkanten ω 158° 13′. Es bilden also g und ω wiederum eine dihexaedrische Ecke. Die dreierlei Ecken sind: 4+4kantige Oktaederecken a, durch welche die Hauptaxen = 1 gehen; 2+2kantige Pyramidenecken d, in den digonalen Axen = $\frac{3}{5}\sqrt{2}$, und 3+3kantige Würfelecken t in den trigonalen Axen = $\frac{1}{2}\sqrt{3}$. Noch ein zweites Pyramidengranatoeder a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{4}$a ist nicht selten; allgemein müssen sie den Ausdruck a : $\frac{1}{m}$ a : $\frac{1}{m+1}$ a haben. Alle andern Trigonpolyeder können als gebrochene Vierundzwanzigflächner angesehen werden.

Die 48-Flächner mit dreierlei Ecken und dreierlei Kanten enthalten die größtmögliche Zahl von gleichen Flächen. Nennen wir die Hauptaxen a, die digonalen d, und die trigonalen t, so liegen die 4+4kantigen Ecken in den Endpunkten von a, die 2+2kantigen von d und die 3+3-kantigen von t. Die Granatoederkanten gehen von a nach t, die gebrochenen Oktaederkanten von a nach d, und die gebrochenen Würfelkanten von d nach t. Beim Pyramidenoktaeder fehlen die gebrochenen Würfelkanten dt und folglich die Ecken in d; beim Pyramidenwürfel fehlen die gebrochenen Oktaederkanten ad und folglich auch die Ecken in d; beim Leucitoeder fehlen die Granatoederkanten at, aber alle drei Ecken bleiben. Beim Granatoeder fehlen die gebrochenen Würfel- und Oktaederkanten ad und dt, folglich die Ecken in d; beim Oktaeder fehlen die Granatoeder- und gebrochenen Würfelkanten, folglich die Ecken in d und t; beim Würfel endlich fehlen die Granatoeder- und gebrochenen Oktaederkanten, folglich die Ecken in a und d. Ein anderer Fall ist nicht möglich.

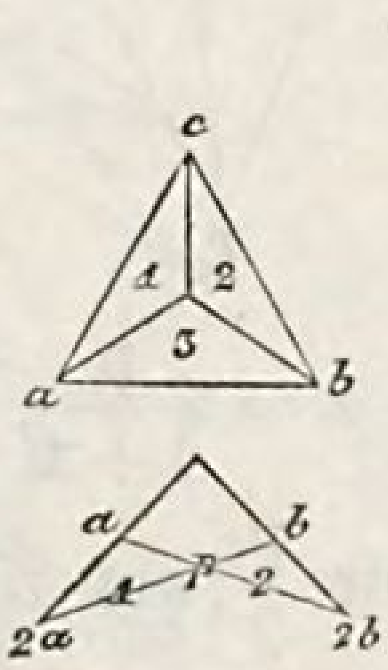
Die sieben Körper treten nun öfter aneinander untergeordnet auf. Das läßt sich am leichtesten in nachstehendem Schema von 7 • 7 = 49 Figuren übersehen, worin die sieben Körper die Diagonale bilden, im Centrum mit dem Leucitoeder.

Gehen wir die untere Horizontalreihe I durch, so beginnt sie mit dem Würfel I • 1; dann kommt I • 2 Würfel mit Oktaeder, das die Ecken wie 1 : 1 : 1 abstumpft; dann I • 3 Würfel mit Granatoeder, was die Kanten wie 1 : 1 gerade abstumpft; dann I • 4 Würfel mit Leucitoeder, welches die Ecken wie 2 : 2 : 1 dreiflächig zuschärft, und zwar Fläche auf Fläche aufgesetzt; I • 5 Würfel mit Pyramidenwürfel, welcher die Kanten im Verhältniß 1 : 2 zweiflächig zuschärft; I • 6 Würfel mit Pyramidenoktaeder, welches die Ecken dreiflächig im Verhältniß 2 : 1 : 1 zuschärft, daher Fläche auf Kante aufgesetzt; endlich I • 7 Würfel mit Pyramiden-



granatoeder, welches die Ecken im Verhältniß $1 : \frac{3}{2} : 3$ sechsflächig zuschärft.

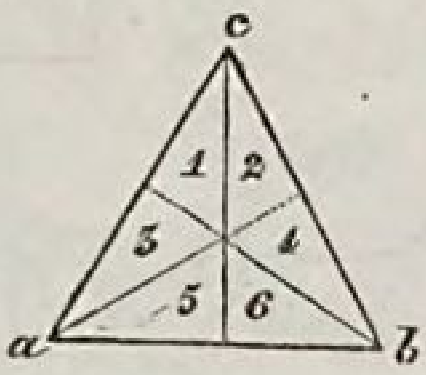
Nr. II • 1 ist Oktaeder mit Würfel, welcher die Oktaederecken wie $1 : 1 : 1$ gerade abstumpft; II • 2 ist das Oktaeder selbst; II • 3 Oktaeder mit Granatoeder, welches die Kanten wie $1 : 1 : \infty$ gerade abstumpft ꝛc. In der Reihe III herrscht das Granatoeder, in IV das Leucitoeder, in V der Pyramidenwürfel, in VI das Pyramidenoktaeder, in VII das Pyramidengranatoeder. Außerdem kommt jeder Körper noch untergeordnet in einer der Vertikalreihen vor, in der er selbst liegt. Den Mittelpunkt nimmt das Leucitoeder IV • 4 ein, einzig unter allen dastehend.

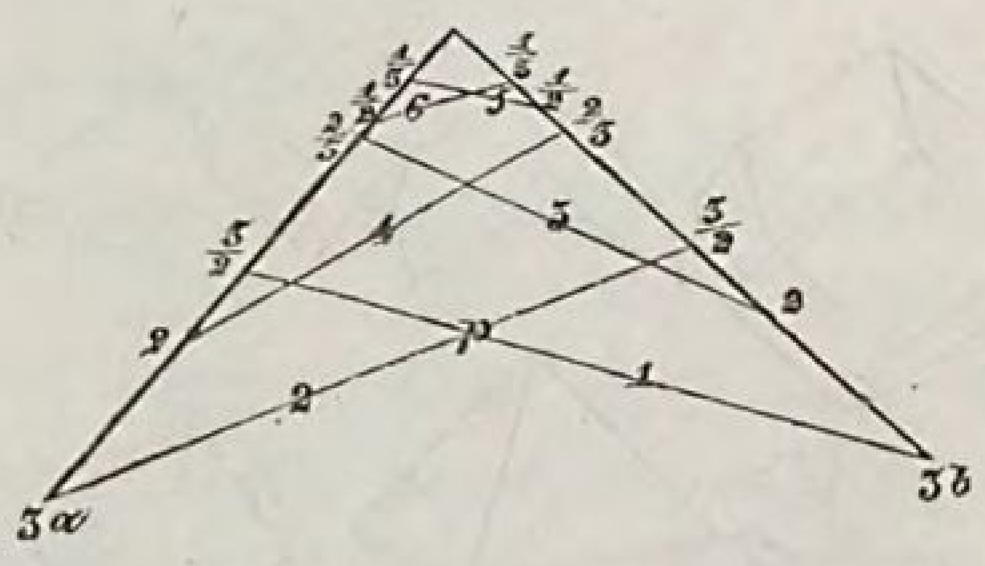


Wenn zwei Körper sich miteinander verbinden, so fallen ihre dreierlei Axen (a d t) zusammen; weitere Einsicht zu bekommen, muß man projiciren. Suchen wir IV • 4, wie das Leucitoeder $a : a : \frac{1}{2}a$ am Pyramidenoktaeder $a : a : 2a$ auftritt. Wegen der Unterscheidung haben wir die drei gleichen Axen mit cba bezeichnet, c ist die aufrechte Axe. Wir brauchen nur einen Oktanten ins Auge zu fassen: die Fläche $1 = c : a : 2b$ und $2 = c : b : 2a$, beide müssen sich im Kantenzonenpunkte $p = \frac{2}{3}$ schneiden, folglich würde eine Fläche $\frac{4}{3}\,a$:

$\frac{4}{3}b : c$ die Kante p gerade abstumpfen. Nun geht aber die Leucitoederfläche von $c : 2a : 2b = \frac{2}{3}c : \frac{4}{3}a : \frac{4}{3}b$, folglich müssen die Pyramidenkanten des Pyramidenoktaeders vom Leucitoeder unter Kanten geschnitten werden, welche von der Axe t nach a divergiren, gemäß den Axenlängen c und $\frac{2}{3}c$. In IV • 6 stumpft ein Pyramidenoktaeder die gebrochene Würfelkante des Leucitoeders $a : a : \frac{1}{2}a$ ab, die Kante geht $c : \frac{d}{2+1}$, folglich hat das Pyramidenoktaeder $c : \frac{2}{3}a : \frac{2}{3}b = \frac{3}{2}a : a : a$, wie aus seiner Projection sogleich ersichtlich ist.

Projiciren wir das **Pyramidengranatoeder** VII • 7 $= a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$, und unterscheiden wieder die Axen in abc, so ist

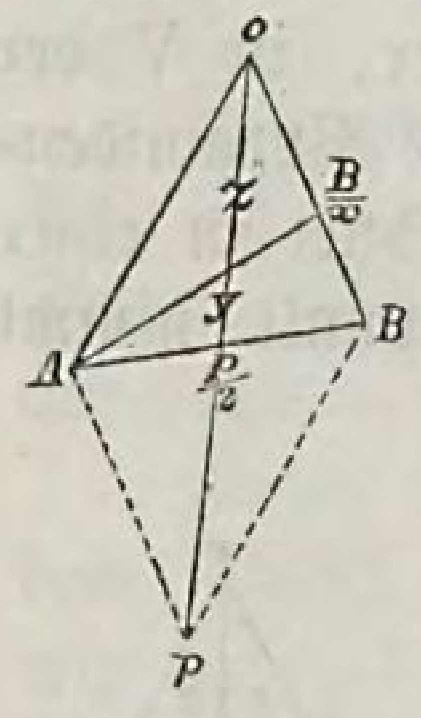




$$1 = c : \tfrac{3}{2}a : 3b = \tfrac{1}{3}c : \tfrac{1}{2}a : b;$$
$$2 = c : \tfrac{3}{2}b : 3a = \tfrac{1}{3}c : \tfrac{1}{2}b : a;$$
$$3 = a : \tfrac{3}{2}c : 3b = \tfrac{2}{3}a : c : 2b;$$
$$4 = b : \tfrac{3}{2}c : 3a = \tfrac{2}{3}b : c : 2a;$$
$$5 = a : \tfrac{3}{2}b : 3c = \tfrac{1}{3}a : \tfrac{1}{2}b : c;$$
$$6 = b : \tfrac{3}{2}a : 3c = \tfrac{1}{3}b : \tfrac{1}{2}a : c;$$

woraus sich die darunter stehende Projection des betreffenden Oktanten sogleich ergibt: Granatoederkante p liegt in der Kantenzone 1+1, weil $\frac{2}{3}+\frac{1}{3}=1$ ist, folglich wird sie durch das Leucitoeder $2a : 2a : a$ abgestumpft; gebrochene Würfelkante 5/6 liegt in der Kantenzone $\frac{1}{5}$, folglich wird sie durch ein Pyramidenoktaeder $\frac{2}{5}a : \frac{2}{5}b : c$ gerade abgestumpft. Da der gewöhnliche aber von $\frac{1}{2}a : \frac{1}{2}b : c = \frac{2}{5}a : \frac{2}{5}b : \frac{4}{5}c$ geht, so muß derselbe die Kanten 5/6 unter Linien schneiden, die von d nach t convergiren, VII • 6. Die gebrochene Oktaederkante, worin 1 liegt, geht von $c : \frac{3}{2}a$, der Pyramidenwürfel aber von $c : 2a$, also müssen die Kanten von d nach a divergiren, VII • 5.

Um diese Körper aus Holz modelliren zu können, schicken wir einige Sätze voraus. Den ersten höchst eleganten verdanken wir Weiß über die

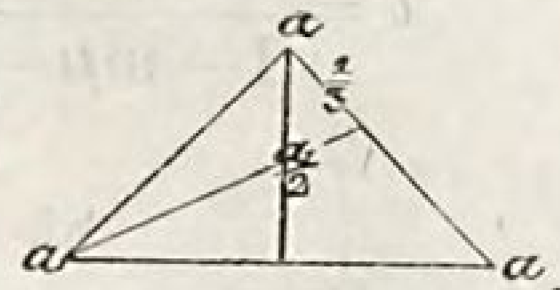


Theilung des Dreiecks. Gegeben ist ein beliebiges Dreieck AoB; wir ziehen vom Anfangspunkte o nach dem Halbirungspunkte der AB in $\frac{1}{2}$ p eine Linie, und wird diese von einer beliebigen $A : \frac{1}{x}B$ geschnitten, so ist das Stück $y = \frac{x-1}{x+1} \cdot \frac{p}{2}$. Denn die Linie o nach $\frac{p}{2}$ ist die Kantenzone der Axen oA und oB, folglich

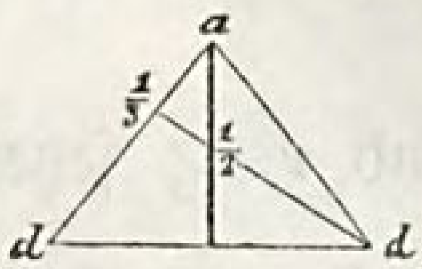
$z = \frac{p}{1+x}$, und $y = \frac{p}{2} - \frac{p}{1+x} = \frac{1+x-2}{1+x} \cdot \frac{p}{2} = \frac{x-1}{x+1} \cdot \frac{p}{2}$. Nehmen wir $\frac{p}{2}$ als Axeneinheit, so folgt $y = \frac{x-1}{x+1}$ und $\frac{1}{x} = \frac{1-y}{1+y}$.

Anwendung. Wollen wir an das Oktaeder den Pyramidenwürfel $a : \frac{1}{2}a : \infty a$ schneiden, so machen wir uns den **Basalschnitt** des

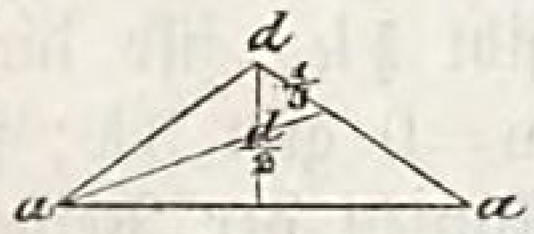
Oktaeders aaa. Der Pyramidenwürfel geht von $a : \frac{1}{2}a$, folglich muß er die gegenüberliegende Kante in $\frac{1}{x} = \frac{1-2}{1+2} = \frac{1}{3}$ schneiden, die vier Oktaederkanten werden also im Verhältniß $1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{3} : \frac{1}{2}$ geschnitten.



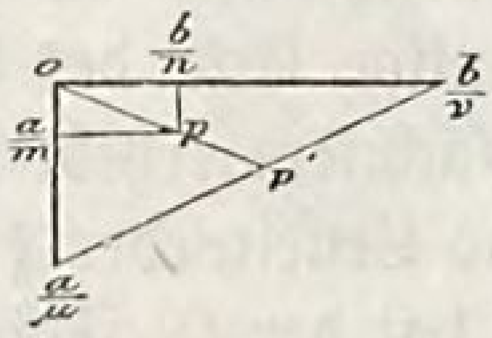
Für den Pyramidenwürfel $a : \frac{1}{3}a : \infty a$ ist $\frac{1}{x} = \frac{1-3}{1+3} = \frac{1}{2}$, also schneidet dieser die Kanten im Verhältniß $1 : \frac{1}{3} : \frac{1}{2} : \frac{1}{3}$. Für das Leucitoeder machen wir uns den **Aufriß** in der **Granatoederfläche** (Medianebene des Oktaeders senkrecht auf die Kante), $a : a : \frac{1}{2}a$ schneidet dann die Oktaederkanten $1 : 1 : \frac{1}{3} : \frac{1}{3}$, d. h. schärft die Oktaederecken zu.



Das Pyramidenoktaeder geht von $a : a : 2a$, folglich muß es die Kante zuschärfen: wir stellen zu dem Ende im Aufriß der Granatoederfläche die digonale Axe d nach oben, so wird die gegenüberliegende Kante wieder in $\frac{1}{3}$, folglich die Seitenecke wie $1 : \frac{1}{4} : \frac{1}{3} : \infty$ geschnitten, denn $\frac{1}{2}$d bezeichnet an der Kante $\frac{1}{4}$. Diese Sätze sind ebenso einfach wie elegant.



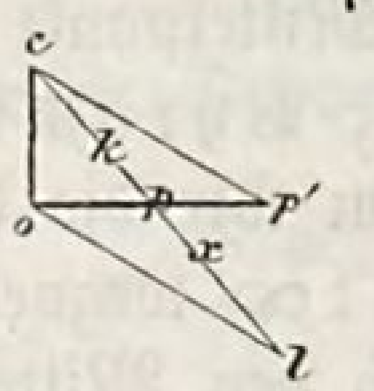
Allgemeine Lösung. Gegeben Fläche $c : \frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$, und Zonenaxe $c : p$, $p = \frac{a}{m}, \frac{b}{n}$. Legt man nun die Fläche durch den Mittelpunkt, so ist das abgeschnittene Stück der Zonenaxe $l = \frac{mnk}{mn - \mu n - m\nu}$, worin k die Länge der Zonenaxe von c bis p bezeichnet.



Zum Beweise verbindet man p mit dem Mittelpunkte o, und verlängert op bis $p_{,}$, so ist $op = p = \sqrt{\frac{a^2}{m^2} + \frac{b^2}{n^2}}$, und setzen wir in der Zonenpunktformel pag. 45 $\mu_{,} = \infty m$ und $\nu_{,} = \infty n$, so ist Zonenpunkt $p_{,} = \left(\frac{na}{\mu n + \nu m}, \frac{mb}{\mu n + \nu m}\right)$, folglich

$$op_{,} = p_{,} = \frac{\sqrt{n^2a^2 + m^2b^2}}{\mu n + \nu m} = \frac{mnp}{\mu n + m\nu}.$$

Machen wir jetzt einen Aufriß durch $copp_{,}$; legen die Fläche $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ durch den Mittelpunkt o, so muß sie die verlängerte Zonenaxe cp in l schneiden, sobald die Zonenaxe innerhalb der Ebene liegt, welchen Fall wir nur zu betrachten haben. Es verhält sich

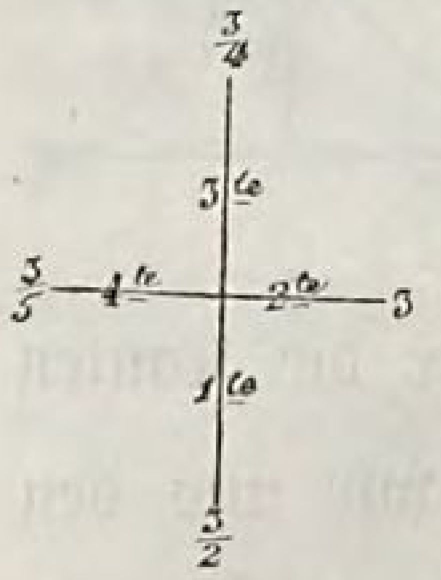


$$x : p = k : p_{,} - p;\ x = \frac{pk}{p_{,} - p};\ cl = l = x + k = \frac{pk}{p_{,} - p} + k$$

$$= \frac{p_{,}k}{p_{,} - p} = \frac{mnp}{\mu n + m\nu} k : \left(\frac{mn}{\mu n + m\nu} - 1\right) p = \frac{mnk}{mn - \mu n - m\nu};$$

$k = \sqrt{1 + \frac{a^2}{m^2} + \frac{b^2}{n^2}}$. Setzten wir den Zonenpunkt $p = ma, nb$, so wird

$$l = \frac{k}{1 - m\mu - n\nu} \text{ und } k = \sqrt{1 + m^2a^2 + n^2b^2}.$$



Beispiele. Fragen wir, wie die Fläche $a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a$ die Oktaederkanten schneidet, so betrachten wir die 4 Kanten als Zonenaxen k, die sämmtlich untereinander gleich als Einheit genommen werden, denn wir wollen ja nur das Verhältniß des Schnittes finden. Da die Fläche des 48=Flächners im kleinsten a ($\frac{1}{3}a$) zum Schnitt in der Ecke kommt, so müssen wir das Zeichen in $3a : \frac{3}{2}a : a$ umwandeln, also $\mu = \frac{1}{3}$ und $\nu = \frac{2}{3}$ setzen, gibt die Formel $\frac{k}{1 - \frac{1}{3}m - \frac{2}{3}n}$. Läge die Fläche im vordern rechten Quadranten, so wäre für die erste Kante $m = 1$, $n = 0$, gibt $\frac{3}{2}k$; für die 3te $n = 0$, $m = -1$ gibt $\frac{3}{4}k$; für die 2te $n = 1$, $m = 0$ gibt $3k$; für die 4te $n = -1$, $m = 0$ gibt $\frac{3}{5}k$, also werden die Kanten der Reihe nach geschnitten $\frac{3}{2} : 3 : \frac{3}{4} : \frac{3}{5} = \frac{1}{2} : 1 : \frac{1}{4} : \frac{1}{5}$.

Um die Lage des Schnittes zu ermitteln, können wir nach pag. 49 zuvor die Ausdrücke in den dreierlei Axen adt suchen. So hat z. B. das Leucitoeder $a : 2a : 2a$ in seinem Oktanten $a : \frac{2}{3}d : \frac{1}{2}t$, und der 48=Flächner $a : 3a : \frac{3}{2}a$ bekommt $a : \frac{3}{5}d : \frac{1}{2}t$, also haben beide die Granatoederkante $a : \frac{1}{2}t$ gemein, und da $\frac{3}{5}d$ kleiner ist als $\frac{2}{3}d$, so muß der 48=Flächner die 2+2=kantige Ecke des Leucitoeders 4flächig zuschärfen. Die Pyramide des 48=Flächners erhebt sich auf der eingeschriebenen Granatoederfläche $\frac{3}{5} - \frac{1}{2} = \frac{1}{10}$, das Leucitoeder $\frac{2}{3} - \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$. Nehmen wir die Pyramidenhöhe $\frac{1}{6}$ als Einheit, so hat der 48=Flächner $\frac{3}{5}$, folglich nach dem Satze der Theilung des Dreiecks $\frac{5-3}{5+3} = \frac{1}{4}$, also werden die Kanten über dem eingeschriebenen Granatoeder im Leucitoeder wie $1 : 1 : \frac{1}{4} : \frac{1}{4}$ geschnitten.

Nach diesen Vorbereitungen wird es leicht, die Körper zu machen: Pyramidenwürfel wird aus dem Würfel verfertigt, indem wir die Kante im Verhältniß von 2:1 zuschärfen, wir zeichnen die Linien alle vor, und legen den Schnitt von 2 durch den Mittelpunkt der Würfelfläche, damit die Pyramidenecke dahin falle; Pyramidenoktaeder erhalten wir durch Zuschärfung der Oktaederkanten, indem wir die Ecke wie $1 : \frac{1}{4} : \frac{1}{3} : \infty$ wegnehmen, d. h. die Kante zuschärfen, den Schnitt von 1 legen wir durch den Mittelpunkt der Oktaederfläche, damit die Pyramidenspitze dort hinein falle; Pyramidengranatoeder machen wir aus dem Granatoeder, indem wir die dreikantige Ecke des Granatoeders in dem Verhältniß von $1 : \frac{1}{2} : \infty$ wegnehmen, d. h. die Kante zuschärfen, den Schnitt 1 legen wir durch den Mittelpunkt der Granatoederfläche, damit die Pyramidenspitze dorthin falle; Leucitoeder kann man durch gerade Abstumpfung der Granatoederkanten erhalten, indem man die Abstumpfungsflächen durch den Mittelpunkt zweier anliegenden Granatoederflächen legt. Am leichtesten und mit dem geringsten Holzaufwande macht man es aus der regulären sechsseitigen Säule. Man zeichnet darin die Deltoide nach ihrem diagonalen Verhältniß ein, dann hat man zu beiden Seiten die noth=

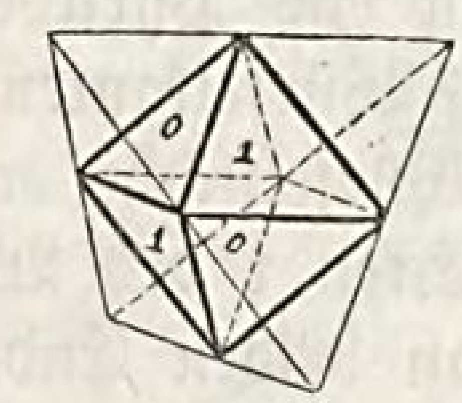
wendigen Punkte für den 3+3=Kantner, woran dann oben das End=rhomboeder abgemessen werden kann.

Hemiedrie.

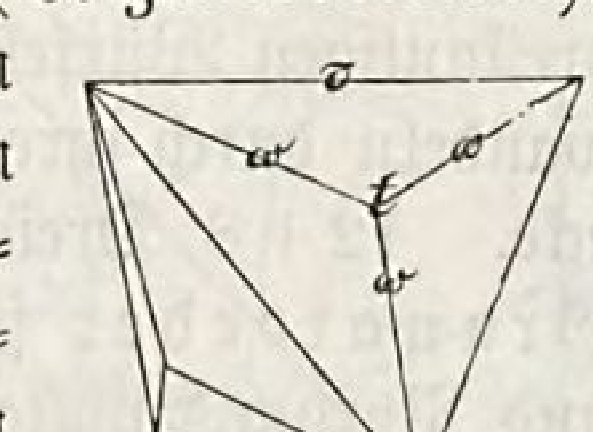
Darunter versteht man (im Gegensatz von Holoedrie) ein hälftiges Auftreten der Flächen, und zwar nach folgendem einfachen Gesetz: schreibe auf eine Fläche 0 und auf die anliegenden 1, auf die anliegenden von 1 wieder 0 ꝛc., so wird die eine Hälfte der Flächen mit 0, die andere mit 1 beschrieben sein, läßt man dann die 0 verschwinden und die 1 wachsen, oder umgekehrt, so kommen die hälftflächigen Körper. Würfel und Granatoeder sind keiner Hemiedrie fähig, wie man aus dem Einschreiben von 0 und 1 leicht ersieht. Es gibt dreierlei Hemiedrieen:

tetraedrische, pyritoedrische, gyroedrische.

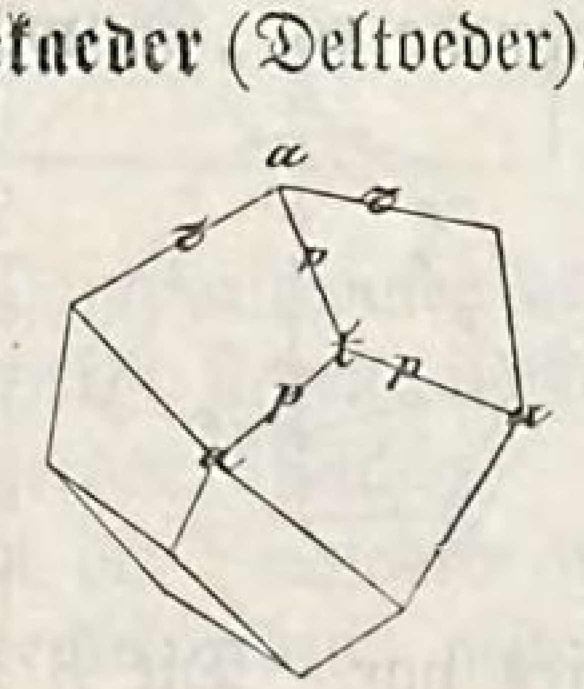
1) **Tetraedrische Hemiedrie**, jetzt schlechthin Hemiedrie genannt. Die Flächen gehen einander nicht parallel (geneigtflächige Hemiedrie). Das **Tetraeder** entsteht aus dem Oktaeder und zwar aus jedem zwei: eines den 1111, das andere (Gegentetraeder) den 0000 angehörig. Man kann es in den Würfel schreiben, weil seine Kanten mit den Diagonalen der Würfelflächen zusammenfallen. Der Würfel stumpft daher die 6 Tetraederkanten ab, das Gegentetraeder die 4 Ecken. Das Granatoeder schärft die Ecken dreiflächig zu, Fläche auf Fläche aufgesetzt, tritt daher wie der Würfel vollflächig auf. Der Pyramidenwürfel schärft die Ecken sechsflächig zu, erscheint daher auch vollflächig.



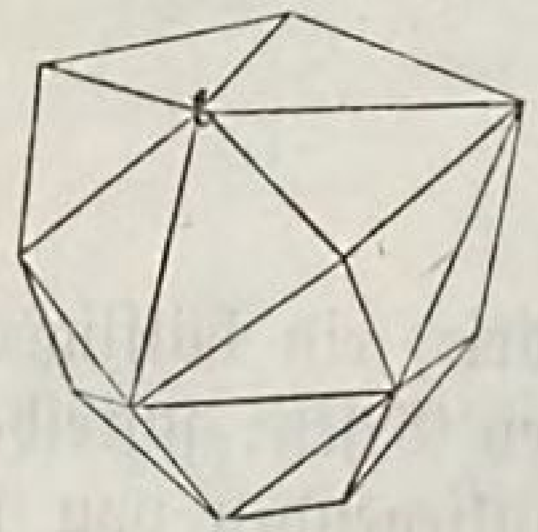
Das Leucitoeder gibt ein **Pyramidentetraeder** (Trigondodekaeder). Zu dem Ende muß man die drei Flächen im Oktanten eines Oktaeders mit 0 beschreiben, die der anliegenden mit 1, es entstehen dann in der Oktaederecke Tetraederkanten τ, und über den verschwindenden Oktanten 3+3=kantige Ecken. Die Deltoide verwandeln sich also in Dreiecke, deren Endecken t den trigonalen Axen entsprechen, die Würfelkanten ω bleiben. Man verfertigt sich den Körper leicht durch Zuschärfung der Tetraederkanten.



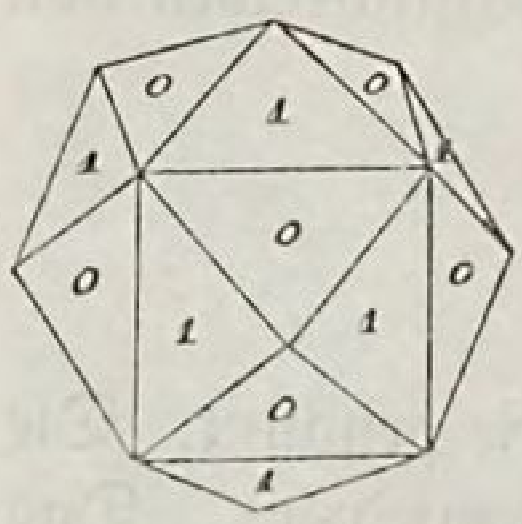
Das Pyramidenoktaeder gibt ein **Deltoiddodekaeder** (Deltoeder). Läßt man hier die drei Flächen der abwechselnden Oktanten verschwinden, so muß über jedem verschwindenden eine dreikantige Ecke entstehen, in jeder Oktaederecke dagegen eine gebrochene Tetraederkante τ. Die Flächen schärfen also die Tetraederecken dreiflächig zu, wie das Granatoeder, nur in andern Winkeln. Die Pyramidenkanten p bleiben, die gebrochenen Tetraederkanten τ entstehen. Beim gewöhnlichen Pyramidenoktaeder a : a : 2a sind die neuen Ecken $\tau\tau\tau$ rechtwinklig, also Würfelecken.

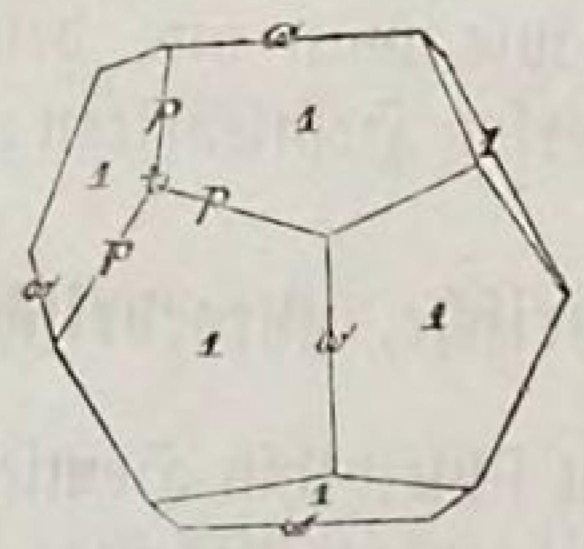


Der 48-Flächner gibt ein **gebrochenes Pyramidentetraeder** (Hexakistetraeder). Da wir die 48-Flächner als gebrochene Leucitoeder oder gebrochene Pyramidenoktaeder ansehen können, so muß bei gleicher Behandlung wie vorhin der allgemeinste Körper dieser Hemiedrie entstehen, welcher die Tetraederecken 6flächig zuschärft.

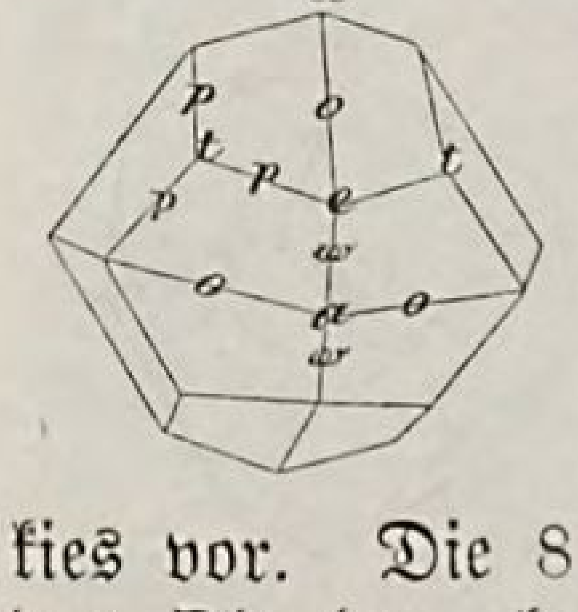


2) **Pyritoedrische Hemiedrie**, jetzt schlechthin Hemisymmetrie genannt. Die Flächen gehen einander parallel (parallelflächige Hemiedrie). Nur Pyramidenwürfel und Achtundvierzigflächner sind dieser fähig, die 5 übrigen Körper treten daran vollflächig auf.





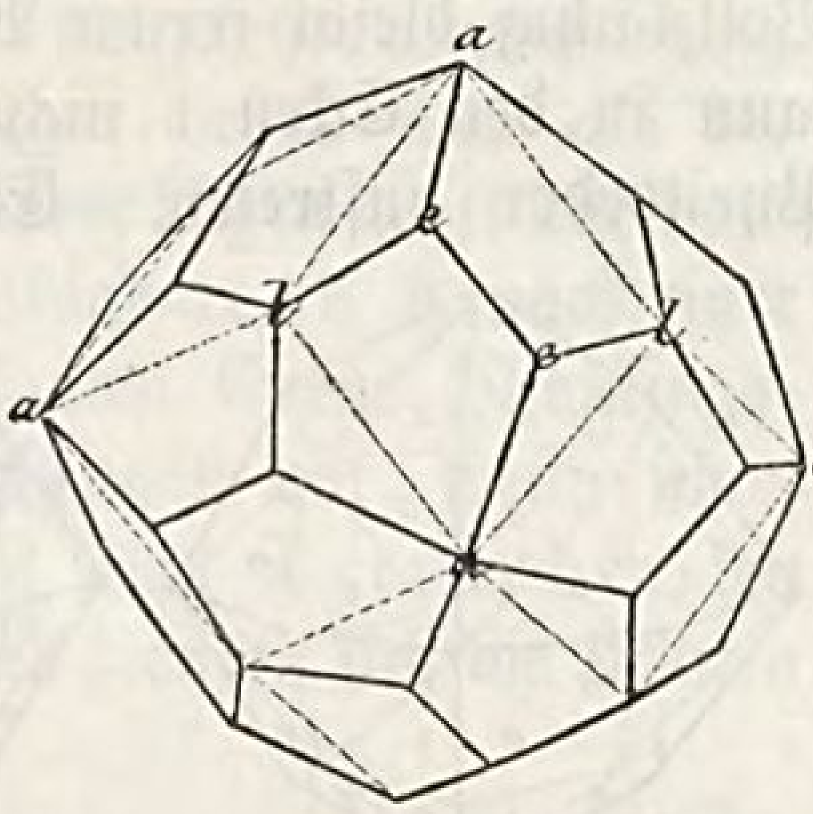
Pyritoeder (Pentagondodekaeder) entstehen aus Pyramidenwürfeln. Läßt man die 0 verschwinden, so liegen jeder 1 fünf andere 1 an, die Flächen müssen daher zu symmetrischen Fünfecken werden: symmetrisch, weil eine der fünf sich von den übrigen durch ihre Lage unterscheidet. Man sieht es leicht ein, wenn man in das Pyritoeder den zugehörigen Würfel einschreibt. Es treten dann 6 Würfelkanten ω hervor, die die Kanten des Daches, das sich über jeder Würfelfläche erhebt, bilden; außerdem zählen wir 3 • 8 Kanten p in den Ecken t des Würfels. Die 8 Würfelecken sind 3kantig, und die 12 Ecken an beiden Enden der Dachkanten ω 2+1kantig. Jedes Fünfeck ist durch eine Diagonale halbirt, die von der Mitte der Würfelkante (Dachkante) nach der gegenüberliegenden Ecke geht. Man macht es aus dem Würfel, wie beim Pyramidenwürfel, nur muß die Hälfte der Flächen weggelassen werden. Der Würfel stumpft die 6 Dachkanten ab; das Oktaeder die 8 dreikantigen Würfelecken, sie bilden deshalb gleichseitige Dreiecke, und verwandeln durch ihren Schnitt die Pyritoederflächen in gleichschenklige Dreiecke. 12+8 Dreiecke sehen dem Ikosaeder der Geometrie ähnlich. Das Granatoeder stumpft die zwölf 2+1kantigen Ecken ab. Leucitoeder und Pyramidenoktaeder kommen selten und dann immer vollflächig vor, sie müssen in den dreikantigen Würfelecken auftreten. Schon Bernhardi in Gehlen's Journal 1807 sagte, daß das Pentagondodecaeder aus dem Pyramidenwürfel folge, wenn die Gesetze nur zur Hälfte wirken, und nannte es „Keilwürfel“.

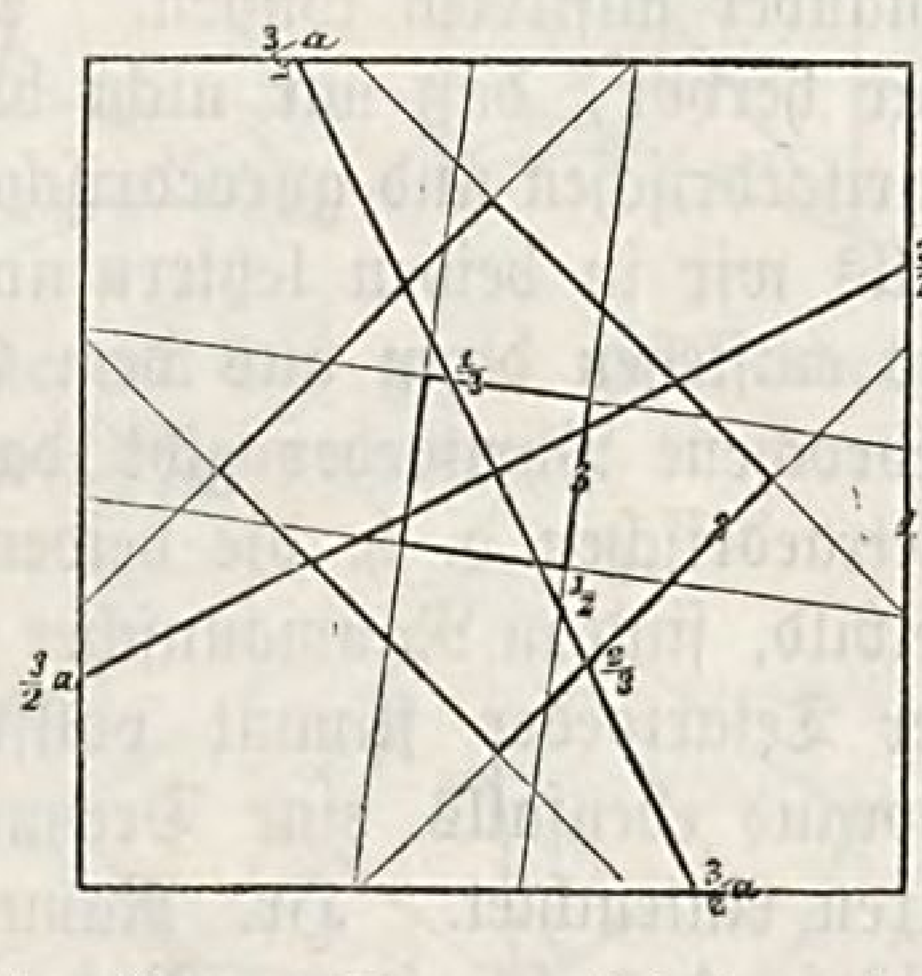


Das **gebrochene Pyritoeder** (Dyakisdodekaeder, Diploid) entsteht aus dem 48-Flächner. Da man diesen als einen gebrochenen Pyramidenwürfel ansehen kann, so muß man auf je zwei Flächen 0 und auf die drei anliegenden Paare 1 rc. schreiben. Der Körper kommt sehr schön selbstständig und untergeordnet beim Schwefelkies vor. Die 8 Würfelecken t bleiben 3kantig, und da diese oft durch das Oktaeder abgestumpft werden, so kann man sich nach dem gleichseitigen Dreieck desselben leicht orientiren. Ueber der Mitte der Würfel=

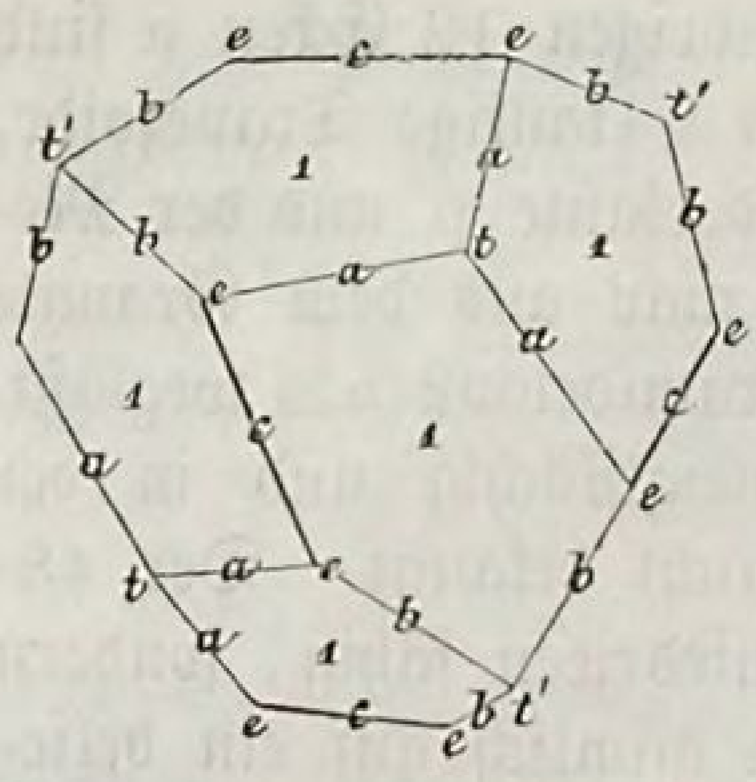
flächen entsteht eine 2 + 2kantige Ecke a, und die übrigen 12 Ecken e sind 2 + 1 + 1kantig. Sämmtliche Flächen bilden 2 + 1 + 1kantige Trapezoide, mit der gebrochenen Würfelkante ω, der Pyritotoederkante p und der Mediankante o. Das gewöhnliche a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$a macht man aus dem Granatoeder, indem man die Hälfte des gebrochenen Pyramidenwürfels wegläßt.

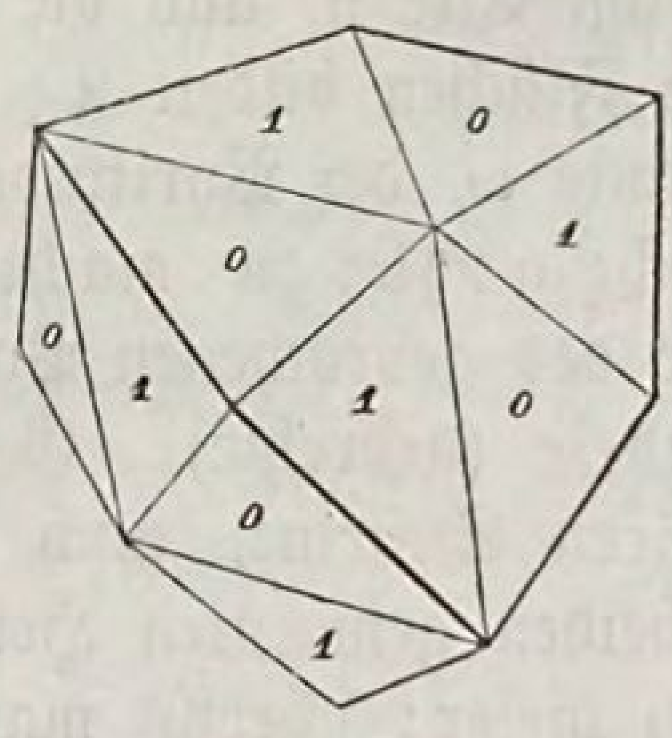
3) **Gyroedrische Hemiedrie** (gedrehte). Geneigtflächig und in der Natur, wenigstens im regulären Systeme, noch nicht bekannt. Der 48-Flächner ist nicht blos der beiden genannten Hemiedrieen fähig, sondern auch (unter allen allein) noch dieser: schreibt man nämlich auf ein beliebiges Dreieck 0, und auf die drei anliegenden 1 etc., so werden, wenn wir das gewöhnliche Pyramidengranatoeder nehmen, von den 4 Pyramidenflächen auf jeder Fläche des eingeschriebenen Granatoeders zwei in der Ecke einander gegenüberliegende verschwinden und die andern beiden wachsen. Wir bekommen ein Gyroeder und Gegengyroeder, die sich wie Bild und Spiegelbild verhalten. Wie in das Pyritoeder einen Würfel, so kann man in das **Gyroeder** ein Granatoeder einschreiben, wenn es aus dem Pyramidengranatoeder entstanden ist. Die Flächen stehen gegen die des eingeschriebenen Körpers gedreht, und sind unregelmäßige 2 + 2 + 1kantige Fünfecke. Von den Ecken sind die 6 Oktaederecken a 4kantig, die 8 Würfelecken t 3kantig, die übrigen 24 e neben den Dachkanten 1 + 1 + 1kantig. Wir haben daher im Ganzen 3 + 4 + 12 paarige Ecken, und 12 + 24 + 24 Kanten. Auffallender Weise müssen daran alle übrigen sechs regulären Körper vollflächig auftreten: der Würfel stumpft die 6 vierkantigen Oktaederecken a ab; das Oktaeder die 8 dreikantigen Würfelecken t; das Leucitoeder die 24 Ecken e, worin an den Enden der Dachkanten die drei ungleichen Kanten zusammenstoßen; das Granatoeder stumpft die Dachkanten ab; ein vollständiger Pyramidenwürfel 9a : 5a : ∞a würde die 4 · 6 Kanten in den Oktaederecken abstumpfen, dann blieben für das Pyramidenoktaeder a : $\frac{7}{4}$a noch die übrigen 3 · 8 Kanten in den Würfelecken. Alles das macht man sich durch eine Projection der **obern Hälfte** auf die Würfelfläche klar. Dann erscheinen drei Oktaederhälften (1, 2, 3), die gegen die Axen a verdreht stehen, woher der Name Gyroeder. Die Granatoederkantenzonen werden 3flächig.



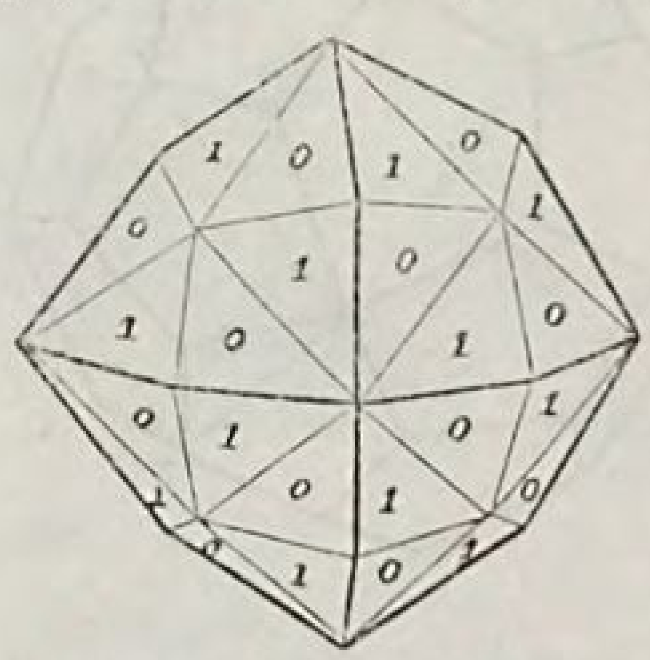


Tetartoedrie, Viertelflächigkeit. Wir kommen bei der Hemiedrie auf dreierlei Vierundzwanzigflächner: gebrochene Pyramidentetraeder, gebrochene Pyritoeder, Gyroeder. Jedes ist abermals einer Hemiedrie fähig, wie schon Mohs (Leichtfaßliche Anfangsgründe der Naturgeschichte des Mineral-

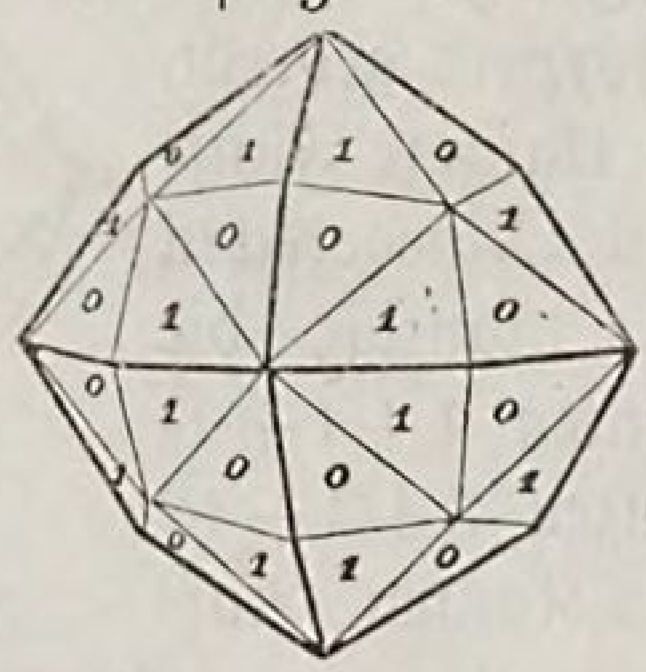




reichs. 2. Aufl. 1836. 83) auseinandersetzte, und die Haidinger **Tetartoide** nannte: es sind linke und rechte Dodekaide von tetraedrischem Habitus mit 2+2+1seitigen Pentagonen, 4+4+12 Ecken und 6+12+12 Kanten. Die stumpfen trigonalen Ecken t mit den drei gleichen Kanten a liegen über den Flächen, und die scharfen trigonalen Ecken t' mit den drei gleichen Kanten b über den Ecken des Tetraeders; es bleiben dann noch die Dachkanten c, welche wie beim Gyroeder die 1+1+1kantigen Ecken e verbinden. Wie am G y r o e d e r d i e h o l o e d r i s c h e n, s o t r e t e n a m T e t a r t o e d e r d i e t e t r a e d r i s c h e n K ö r p e r v o l l f l ä c h i g a u f. Vollflächig bleibt ferner Würfel und Granatoeder; nur Pyramidenwürfel kann in den Ecken t nicht mehr vollflächig, sondern nur hälftflächig als Pyritoeder auftreten. Es folgt das aus der einseitigen Drehung des Rhomboeder in den trigonalen Ecken. Ohnehin darf man die Pyramidenwürfel als gebrochene Pyramidentetraeder stellen, wie sich schon aus unserer Entwickelung pag. 25 folgern läßt. Wir haben daher hier den sonderbaren Fall, daß Tetraeder und Pyritoeder neben einander auftreten können.



gyroedrisch.

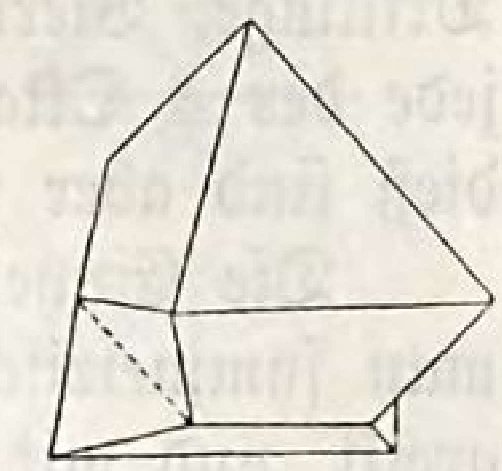


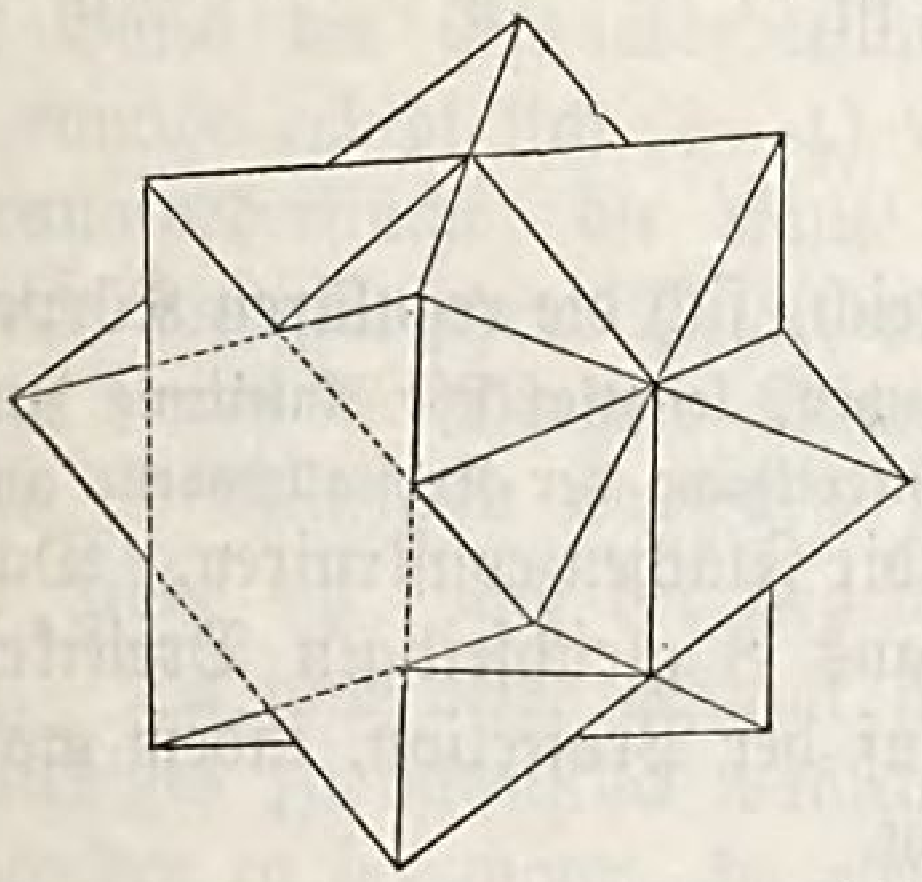
pyritoedrisch.

Aus dem Einschreiben von 0 und 1 geht klar hervor, daß wir nicht blos beim tetraedrischen, sondern auch beim pyritoedrischen und gyroedrischen System zu Tetartoedern gelangen müssen, falls wir in beiden letztern nur die abwechselnden Oktanten wachsen lassen. Es entstehen dann aus dem Gyroeder zwei congruente Tetartoeder; das gebrochene Pyritoeder gibt dagegen ein rechtes und ein linkes, wie im Tetraedrischen d. h. die beiden Körper verhalten sich wie Bild und Spiegelbild, sind in Naumannscher Sprache »enantiomorph«. Die Projection der Tetartoeder stimmt vollständig mit der halber Gyroeder überein, woraus ebenfalls eine Drehung nach links oder nach rechts gegen die Axen einleuchtet. Hr. Rammelsberg (Pogg. Ann. 90. 15) beobachtete am Würfel des chlorsauren Natrons NaOClO^5 tetraedrische und pyritoedrische Abstumpfungen, und Naumann (Pogg. Ann. 95. 465) hat das als Tetartoedrie gedeutet. Da Dr. Marbach (Pogg. Ann. 91. 482) auch wirklich Circularpolarisation nach links wie nach rechts nachwies, so verdient die Sache Beachtung. Dr. Brezina (Miner. Mittheil. 1872 pag. 23) nennt noch andere.

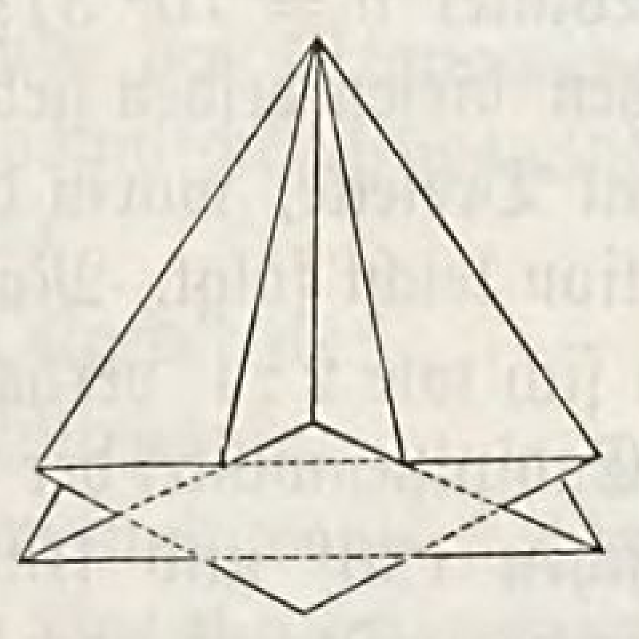
Zwillingsgesetz.

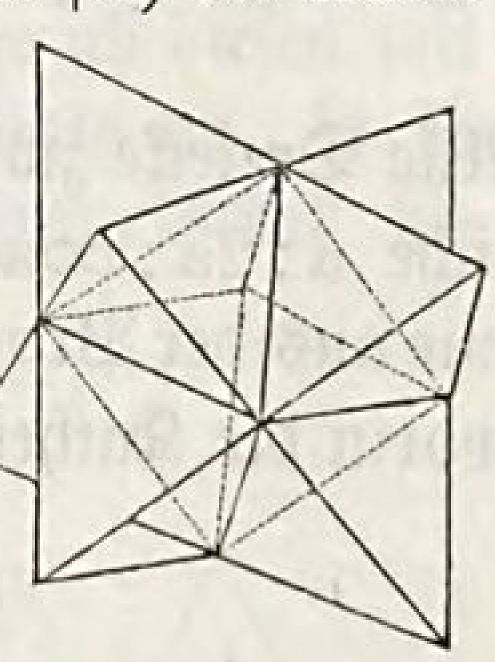
Es kann nur eins geben: zwei Oktaeder haben eine Fläche gemein, und liegen umgekehrt. Halbire ich das Oktaeder parallel einer Fläche, so bildet die Halbirungsfläche ein reguläres Sechseck, verdrehe ich nun die beiden Hälften gegeneinander um 60°, so entsteht der Zwilling. Es ist das Folge des Gesetzes. Nehme ich nämlich zwei gleiche Oktaeder, und lege sie mit zwei ihrer Flächen so





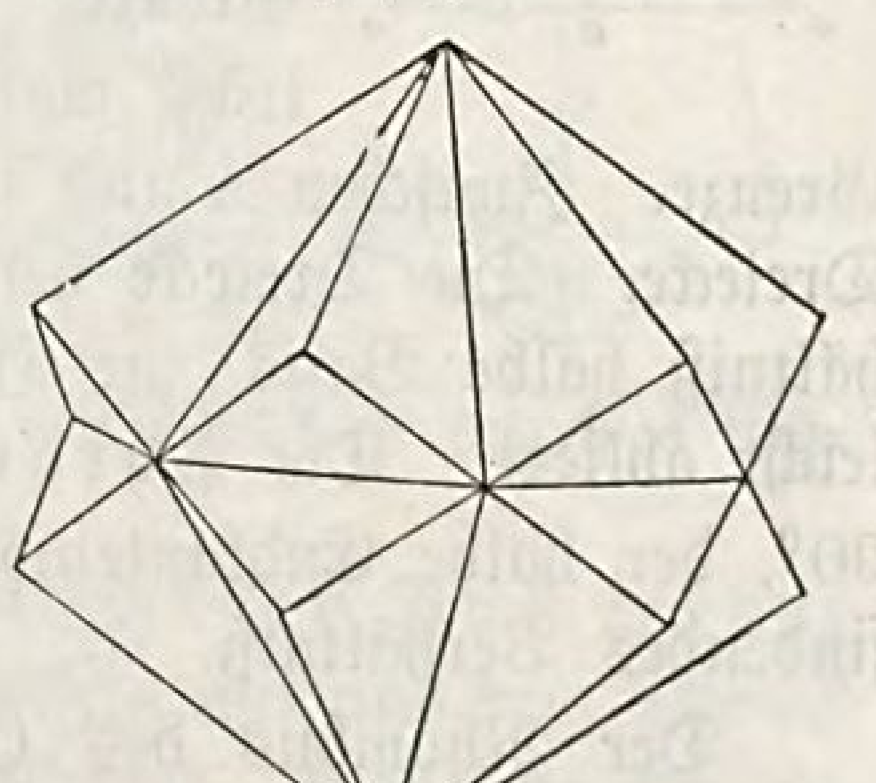
gegen einander, daß sich die Flächen decken, so finden sich die Individuen in Zwillingsstellung; drehe ich sie dagegen so weit, daß sich die Dreiecke symmetrisch kreuzen, so liegen die Individuen einander parallel, bilden daher nur ein Ganzes und keinen Zwilling. Da dieß die beiden möglichen symmetrischen Lagen sind, so ist das Wort umgekehrt unzweideutig, und drückt das Wesen besser aus als die Drehung. Die Oktaeder liegen meist aneinander, verkürzen sich aber nach der sogenannten Zwillingsaxe, d. h. nach einer trigonalen Axe t, die senkrecht auf der gemeinsamen Ebene (Zwillingsebene) steht. Zuweilen kommen auch **Durchwachsungen** vor, wenn schon nicht so ideal, wie es vorstehende Figur darstellt. Das Tetraeder hat scheinbar **zweierlei** Zwillingsgesetze: nach dem einen kreuzen sich die Kanten rechtwinklig, und der gemeinsame Kern ist ein Oktaeder, wie wir es öfter beim Fahlerze finden. Das ist aber nur die Wiederherstellung des Gleichgewichts. Dagegen können sich zwei Tetraeder zu einem wirklichen Zwilling verbinden, indem sie eine Fläche gemein haben, und





die übrigen drei sich kreuzen, dann ist das eine um 60° gegen das andere verdreht. Es entspricht das vollkommen dem Oktaedergesetz.

Die Würfel durchwachsen sich gewöhnlich, der gemeinsame Kern ist dann ein Dihexaeder, und die Flächen des einen Individuums schneiden die Ecken des andern im Kantenverhältniß 1 : 1 : 2. Flußspath und Salmiak liefern vorzügliche Beispiele. Man sieht auch hier leicht ein, daß die gemeinsame Fläche die des Oktaeders ist, in welcher sich die Würfel gegen einander um 60° verdreht haben.



Die Granatoeder durchwachsen sich vorzüglich bei der Blende. Beim Silber tritt ein Leucitoid als Zwilling auf. Oft wiederholen sich Indi=

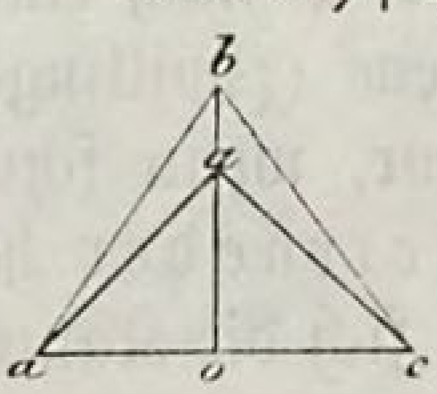
viduen unzählige Mal, so daß die ungeraden Stücke dem einen, und die geraden Stücke dem andern Individuum angehören. Es können sich auch Drillinge, Vierlinge und Fünflinge bilden, in letzterm Falle setzt sich auf jede der 4 Oktaederflächen ein Individuum in Zwillingsstellung. Alles dieß sind aber nur Wiederholungen ein und desselben Gesetzes.

Die Einheit der Zwillingsgesetze versteht man am leichtesten, wenn man symmetrisch gestaltete Tetraide in den verschiedenen Systemen herausgreift, und mit einer Fläche aneinanderlegt, wie das im Grundriß der Krystallographie pag. 93 auseinandergesetzt ist.

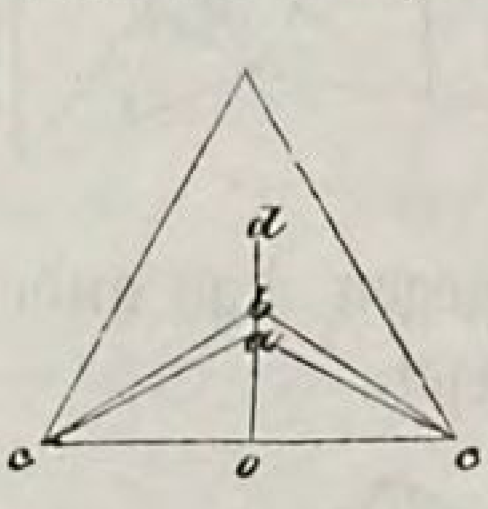
Netze.

Es ist bequem, wenn auch nicht so lehrreich, sich die regulären Körper aus Pappe oder Kartenpapier zu machen. (Kreutzer, leichtfaßliche Anleitung zum Zeichnen der Krystallflächen und Netze und zur Anfertigung der Krystallmodelle aus Pappe. 1858). Zu dem Ende muß man sich die Flächen construiren. Das Tetraeder aus 4 und das Oktaeder aus 8 gleichseitigen Dreiecken ergibt sich leicht. Die andern findet man auf der Projection, indem man die Fußpunkte der Kanten des Körpers sucht.

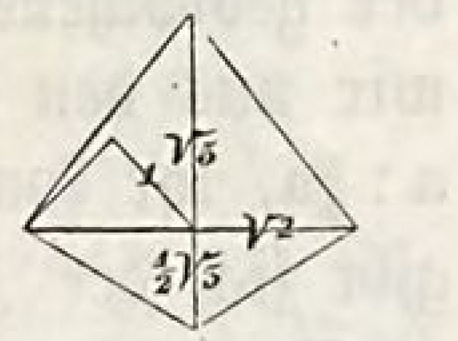
Gleichschenklige Dreiecke hat: der Pyramidenwürfel, der Endspitzenwinkel seiner Flächen liegt zwischen 90° (Würfelfläche) und 70° $31\frac{1}{2}'$ (Granatoederfläche). Construiren wir uns also einen rechten Winkel sin : cos = 1 : 1 = oa : oa, so ist aa = $\sqrt{2}$; machen wir ob = aa = $\sqrt{2}$, so ist Winkel b = 70° $31\frac{1}{2}'$ der Winkel der Granatoederfläche.



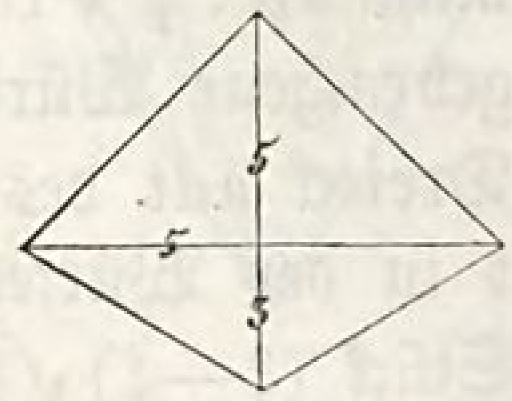
Alle Dreiecke zwischen diesen beiden geben Pyramidenwürfel. Der gewöhnliche a : 2a : ∞a hat Dreiecke, worin die halbe Basis zur Höhe = 2 : $\sqrt{5}$, wie aus der Projection leicht folgt. Mache ich also ein rechtwinkliges Dreieck, worin die Katheten sich wie 2 : 1 verhalten, so ist die Hypotenuse $\sqrt{5}$. Die Endspitzenwinkel der Pyramidenoktaeder liegen zwischen 120° und 109° $28\frac{1}{2}'$. Ziehe ich in einem gleichseitigen Dreieck nach dem Mittelpunkt a, so hat das Dreieck cac 120°, folglich sin : cos = co : ao = 1 : $\sqrt{\frac{1}{3}}$; die eine Grenze. Macht man jetzt od = oc, so ist cd = $\sqrt{2}$, trägt man $\frac{1}{2}$cd = $\sqrt{\frac{1}{2}}$ nach ob, so ist cbc die andere Grenze. Zwischen a und b liegen also die Spitzen sämmtlicher möglichen Dreiecke. Die Dreiecke der Pyramidenoktaeder a : a : 2a haben das Verhältniß halbe Basis zur Höhe wie 5 : 3, was man aus der Projection leicht abliest. Die Pyramidentetraeder liegen zwischen 120° und 90°, der halbe Endkantenwinkel hat sin : cos = 2$\sqrt{2}$: $\sqrt{3}$, ein leicht zu findendes Verhältniß.



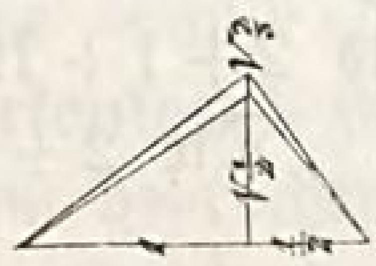
Der Rhombus des Granatoeders hat $\sqrt{2}$: 1. Die Deltoide des Leucitoeders a : a : $\frac{1}{2}$a haben im scharfen Winkel der Oktaederecken $\sqrt{2}$: $\sqrt{3}$, und im stumpfen der Würfelecke $\sqrt{2}$: $\frac{1}{2}\sqrt{3}$, eine leicht zu construirende Größe. Die Flächen des Deltoidtetraeders a : a : 2a haben im

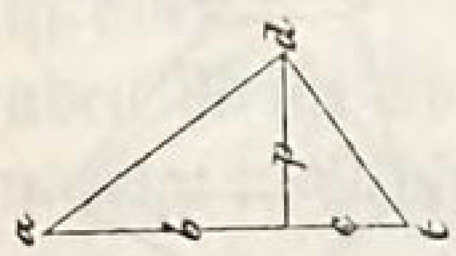


stumpfen Winkel wie oben 5 : 3, im scharfen Winkel dagegen 5 : 5, folglich hat die 3kantige Tetraederecke rechte Winkel, wie die Rechnung des Winkels lehrt. Eine überraschende Thatsache.



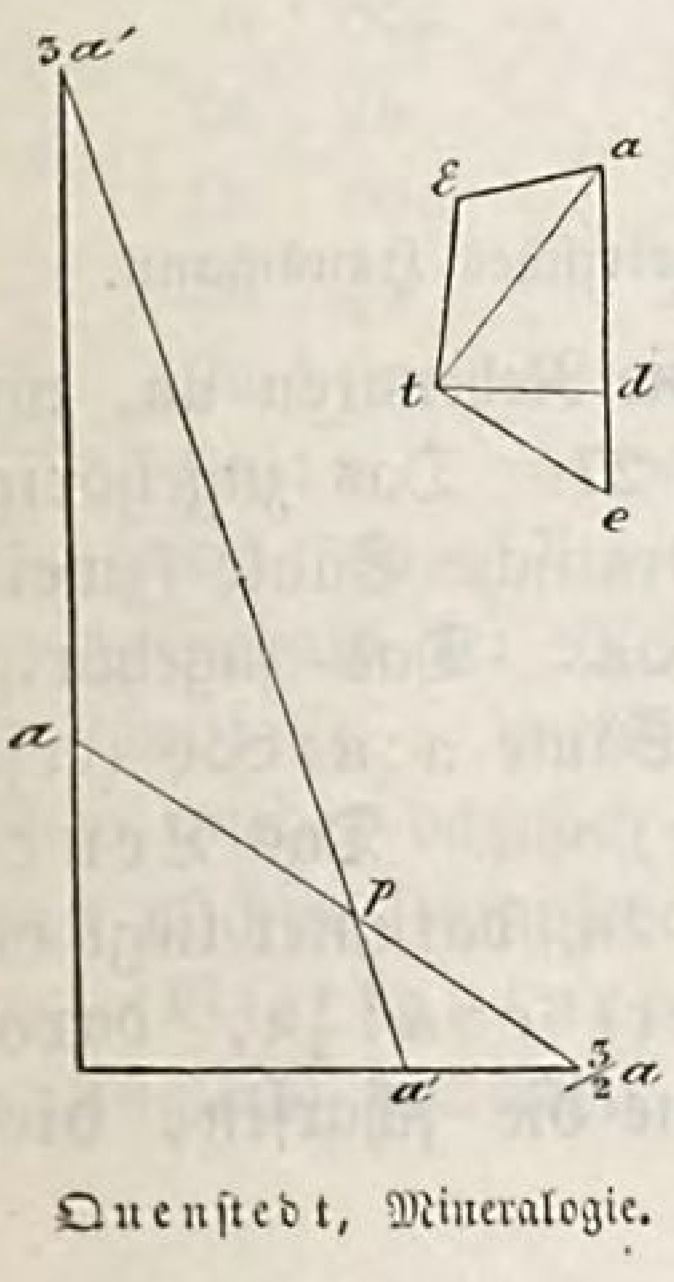
Die ungleichseitigen Dreiecke des Pyramidengranatoeders $a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{2}a$ pag. 70 sind durch drei Linien $b:c:p = 1:\frac{1}{2}:\frac{1}{5}\sqrt{14}$ gegeben, worin p das Perpendikel von der 2+2kantigen Pyramidenecke d auf die Basis der Granatoederkante at ist. Denn die Pyramide erhebt sich $(\frac{3}{5}-\frac{1}{2})\sqrt{2} = \frac{1}{10}\sqrt{2}$ über der Granatoederfläche, die Kante des Granatoeders at = $\frac{1}{2}\sqrt{3}$, die gebrochene Oktaederkante ad = $\frac{1}{5}\sqrt{13}$. Uebrigens liegen die Dreiecke sämmtlicher Pyramidengranatoeder zwischen den Dreiecken der Granatoederfläche von der Höhe $\sqrt{\frac{1}{2}}$, und der Leucitoederfläche von der Höhe $\sqrt{\frac{2}{5}}$. Da nun beide bekannt sind, so darf man nur ein beliebiges Zwischenstück wählen, um ein Pyramidengranatoeder zu bekommen, da ein jedes für die Anschauung genügt. Wenn die Zahlen für die Construction etwas unbequem werden, wie beim gebrochenen Pyramidentetraeder $a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{2}a$, so darf ich in diesem Falle nur das Dreieck des zugehörigen 48-Flächners hinzeichnen, die gebrochene Würfelkante daran verlängern, und den Winkel an der gebrochenen Oktaederkante suchen, er ist tg = $\sqrt{6{,}6666} = 68^0\,50'$. Trage ich diesen mit dem Transporteur an das andere Ende der Granatoederkante an, so ist das Dreieck gefunden. Für das gewöhnliche Pyramidengranatoeder betragen die ebenen Winkel des Dreiecks

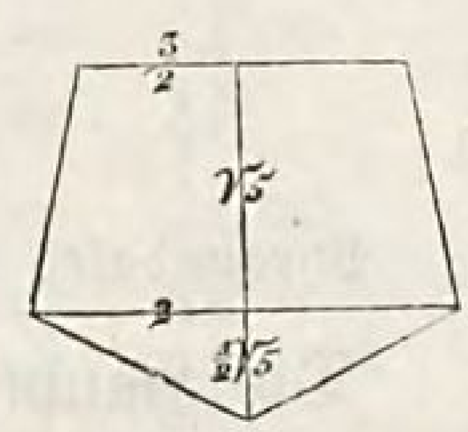




cos = $\sqrt{\frac{25}{39}}$ ... $36^0\,48'$ Oktaederecke;
cos = $\sqrt{\frac{25}{81}}$ ... $56^0\,15'$ Würfelecke;
cos = $\sqrt{\frac{1}{321}}$ ... $86^0\,56'$ zweiundzweikantige Ecke.

Von denselben sind beliebige zwei an eine Linie anzulegen, um sofort das Dreieck zu haben.



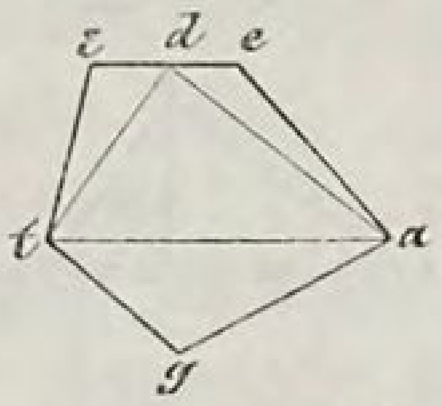


Das gewöhnliche Pyritoeder $a:\frac{1}{2}a:\infty a$ hat beistehende Diagonalen. $2:\sqrt{5}$ sind bereits durch den zugehörigen Pyramidenwürfel bestimmt, die übrigen Linien finde ich leicht, indem ich nur einen Aufriß durch 4 Pyramidenecken lege.

Die Fläche des gebrochenen Pyritoeder pag. 76 $a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{2}a$ entwickeln wir aus dem Dreieck des gleichnamigen 48-Flächners, was wir kennen, wir brauchen dann außer der gebrochenen Würfelkante ω nur die Mediankante o des gebrochenen Pentagons zu kennen, welche durch Verlängerung

der gebrochenen Oktaederkante der 48=Flächner = $\frac{1}{5}\sqrt{13}$ entsteht. Machen wir uns den Aufriß in der Würfelfläche, so geht die Mediankante o von a : $\frac{3}{2}$a, ihr kommt von unten die Kante ω = a' : 3a' entgegen, daraus ergibt sich der Zonenpunkt p = ($\frac{3}{7}$a, $\frac{6}{7}$a), da Kante a$\frac{3}{2}$a = $\frac{1}{2}\sqrt{13}$ ist, so muß ap : $\frac{1}{2}\sqrt{13} = \frac{6}{7} : \frac{3}{2}$, ap = $\frac{2}{7}\sqrt{13}$ sein. Ebenso leicht findet man die gebrochene Würfelkante a' p = $\frac{1}{7}\sqrt{10}$. Verzeichnen wir uns also das Dreieck adt des 48=Flächners, so ist die Kante ad = $\frac{1}{5}\sqrt{13}$, der Punkt t in der Würfelecke bleibt, folglich verlängern wir ad über d um das Stück $(\frac{2}{7}-\frac{1}{5})\sqrt{13} = \frac{3}{35}\sqrt{13}$ hinaus, beschreiben wir nun mit ae = a'p um e und mit te um t Kreisbögen, so wird der Punkt ε bestimmt, und das 2 + 1 + 1kantige Trapezoid a e t ε, worin te = tε = p ist gefunden.

Die 2+2+1kantigen Fünfecke des Gyroeder (Granatdioeder, Neumann Beitr. Krystallonomie 1823 pag. 113) a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$a knüpfen wir ebenfalls an das Dreieck des zugehörigen Pyramidengranatoeders. Die Dachkante verhält sich zur Granatoederkante wie 2 : 5, denn die Flächen der Dachkante gehen nach $\frac{3}{5}$d, und die quer gegen die Dachkante liegenden nach $\frac{3}{4}$d, woraus das Verhältniß folgt. Zeichne nun das Dreieck adt, lege durch d die Dachkante eε = $\frac{2}{5}$at und zwar so, daß sie in d halbirt wird. Beschreibe dann mit ae um a und tε um t Kreisbogen, so ist ateεg das gesuchte Fünfeck.

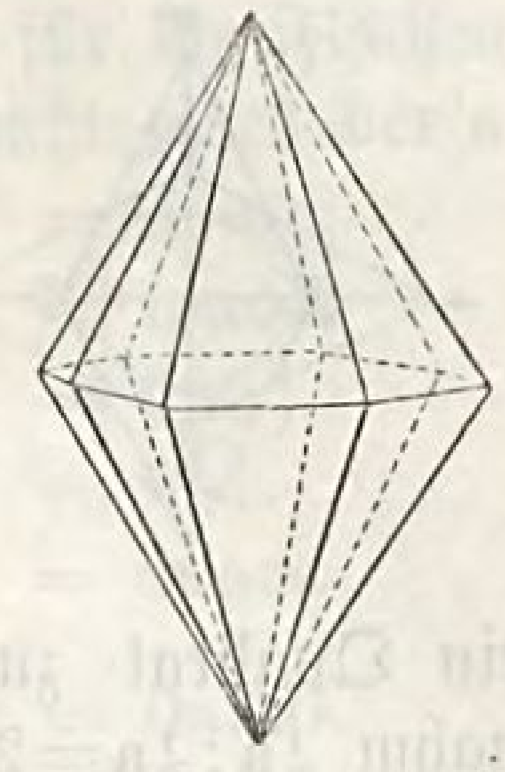


Fortschritt zu den folgenden Systemen. 1) Die Körper des regulären Systems haben nach ihren Hauptaxen eine dreifache Stellung; 2) stellen wir jetzt das Oktaeder nach Einer Axe aufrecht, d. h. legen wir es auf die Würfelfläche, so haben wir die 4gliedrige Ordnung; 3) auf die Oktaederfläche gelegt kommt die 3gliedrige Ordnung; 4) auf die Granatoederfläche gelegt zeigt sich zweigliedrige Ordnung; 5) auf Leucitoeder=, Pyramidenoktaeder= oder Pyramidenwürfelfläche gelegt kommt 2+1gliedrige Ordnung, endlich 6) auf eine Fläche der 48=Flächner gelegt ist eingliedrige Ordnung. So führt uns jedes folgende System zugleich zur tiefern Einsicht in das reguläre.

Viergliedriges System

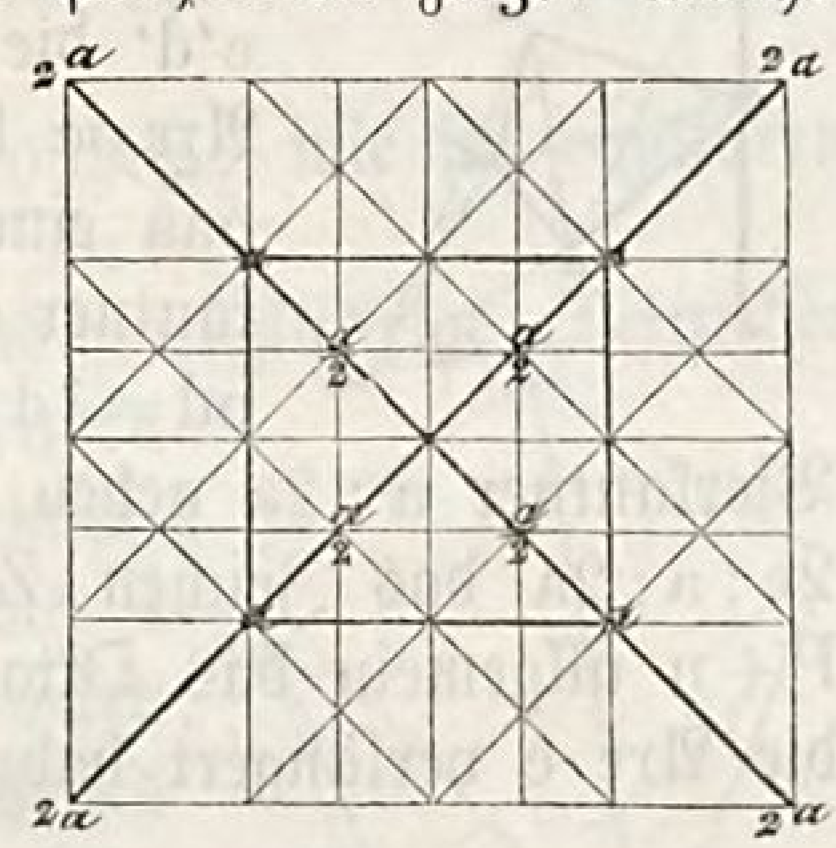
Pyramidales Mohs, Tetragonales Naumann, Monodimetrisches Hausmann.

Die Hauptaxe c wird länger oder kürzer als die Nebenaxen aa, wir bekommen dann scharfe oder stumpfe Oktaeder pag. 27. Das zugehörige Hexaid (viergliedriger Würfel) zerfällt in eine quadratische Säule (zweite Säule) a : ∞a : ∞c mit Geradendfläche c : ∞a : ∞a. Das zugehörige Dodekaid pag. 41 gibt eine weitere quadratische Säule a : a : ∞c (erste Säule) mit dem nächsten stumpfern Oktaeder a : c : ∞a. Das Leucitoeder gibt das zweite stumpfere Oktaeder c : 2a : 2a, darunter liegt ein **Vierundvierkantner** (schlechthin Vierkantner) c : a : $\frac{1}{2}$a, daran gehen 4 Kanten von c : a und vier von c : $\frac{1}{3}$d, jene die scharfen, diese



die stumpfen Endkanten bildend. Acht ungleichseitige Dreiecke bilden das Maximum gleicher Flächen in diesem System. Selbstständig kommt ein solcher Körper kaum vor, man kann ihn als ein gebrochenes Oktaeder ansehen, daher nannte ihn schon der Engländer Hill im vorigen Jahrhundert Dioctaeder. Das Pyramidenoktaeder zerfällt in einen obern Vierkantner c : a : 2a, und in ein zweites schärferes Oktaeder c : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{2}$a. Der Pyramidenwürfel gibt ein drittes stumpferes Oktaeder c : 2a : ∞a, ein nächstes schärferes Oktaeder c : $\frac{1}{2}$a : ∞a, und eine vier und vierkantige Säule a : 2a : ∞c, welche die quadratische Säule des Würfels zuschärft. Endlich geben die Polyeder dreierlei Vierkantner: zwei oberste Flächen dem gebrochenen Leucitoide, zwei unterste dem gebrochenen Pyramidenoktaeder entsprechend, und die beiden zwischenliegenden.

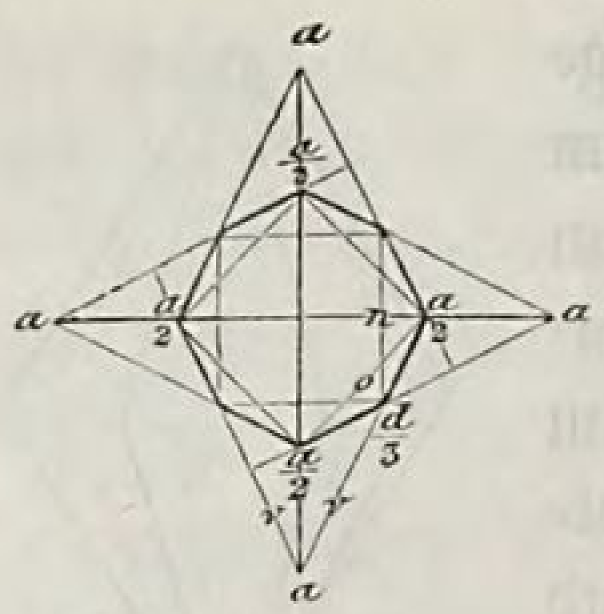
Häufig entwickeln sich die Oktaeder in einer fortlaufenden Reihe von stumpfern und schärfern, wie die nebenstehende Projection zeigt: Mohs (Gilberts Annalen 1821) wählte daraus ein Grundoktaeder, und gründete darauf eine nicht sonderlich zweckmäßige Bezeichnung, indem er a : a : c = P setzt, mit + n das nte schärfere und mit — n das nte stumpfere Oktaeder bezeichnete. Sein Schüler Haidinger gab das unbequeme Zeichen wieder auf, und näherte sich dem Naumann'schen Symbol. Beide legen die Oktaeder durch die Einheit a, und **setzen der P den Axenschnitt von c vor.** So einfach die Sache auch sein mag, so entschwindet sie doch immer wieder dem Gedächtniß. Hätte Naumann mit uns c = 1 gesetzt, da sie die einzige Axe ist, so wären die Zeichen viel leichter zu behalten.



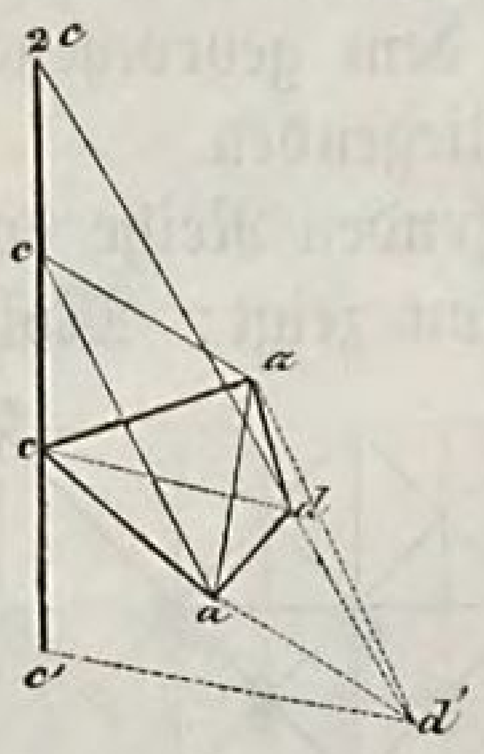
	Weiß.	Mohs.	Haid.	Naum.
a : a	= c : a : a	= P	= P	= P
a : ∞a	= c : a : ∞a	= P—1	= P'	= P∞
2a : 2a	= $\frac{1}{2}$c : a : a	= P—2	= $\frac{1}{2}$P	= $\frac{1}{2}$P
$\frac{1}{2}$a : ∞a	= 2c : a : ∞a	= P+1	= 2P'	= 2P∞
$\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{2}$a	= 2c : a : a	= P+2	= 2P	= 2P
0a : 0a	= ∞c : a : a	= P+∞	= ∞P	= ∞P
0a : a	= ∞c : a : ∞a	= (P+∞)	= ∞P'	= ∞P∞
∞a : ∞a	= c : ∞a : ∞a	= P—∞	= 0P	= 0P

Sobald bei Mohs die Oktaeder nicht in diese Reihe gehören, so denkt er ebenfalls c verlängert und schreibt dann a : a : mc = Pm, entwickelt aber wieder darnach Reihen, so daß z. B. Pm—1 = mc : a : ∞a, d. h. das nächste stumpfere von Pm ist!

Vierkantner (Dioctaeder) bilden alle Ausdrücke, welche die Axen a ungleich schneiden. Da das, was einer der zwei Axen a geschieht,



auch der andern geschehen muß, so gehören nothwendig jedem Quadranten zwei Sectionslinien an. Jede der vier gleichen Endkanten bestimmen ein Oktaeder. Hätten wir z. B. $\nu = a : \frac{1}{2}a$, so läge in den Endkanten $c : \frac{1}{2}a$ das Oktaeder $o = \frac{1}{2}a : \frac{1}{2}a$, und in der Endkante $c : \frac{1}{3}d$ das Oktaeder $n = \frac{1}{3}a : \infty a$. Die abwechselnden Flächen des Vierkantners haben ein Quadrat zur Basis, schließen daher ein Oktaeder ein. Naumann nahm $\frac{1}{2}a : \frac{1}{2}a = 2P$ als Grundoktaeder, und leitete daraus den Vierkantner ab, indem er dahinter das Vorzeichen der größern Axe a setzt, also $c : a : \frac{1}{2}a = 2c : 2a : a = 2P2$. Die vier und vierkantige Säule $\infty c : a : \frac{1}{2}a = \infty c : 2a : a = \infty P2$. Viel unnatürlicher ist das Zeichen von Mohs.



Es beruht auf folgender Darstellung: man habe ein beliebiges Grundoktaeder $c : a : a$, construire aus dem Dreieck der Oktaederfläche das Parallelogramm caad′, indem man ad′ wechselsweise der ac parallel zieht, dann ist c′d′ die digonale Zwischenaxe d. Verlängert man die Axe oc bis 2c, so bestimmt die Linie 2c·d′ in der Ebene oaa einen Punkt d, welcher dem gesuchten Vierundvierkantner angehört. Es verhält sich aber $c'd' : od = 3c : 2c$, $od = \frac{2}{3}d$, folglich muß nach dem Kantenzonengesetz der Vierkantner $a : 2a$ gehen, da $1 + \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$ ist. Haidinger gibt diesem Körper $2c : a : 2a$ das Zeichen Z2 und Mohs das allgemeine $(P+n)^2$, worin P+n allgemein das Oktaeder bezeichnet, und 2 die Zahl, um welche ich die Axe c verlängert habe. Allgemein

$$1)\ P \pm n)^m = a : ma : m2^{\pm\frac{n}{2}}c; \quad 2)\ qP \pm n = a : a : q2^{\pm\frac{n}{2}}c;$$

$$3)\ (qP \pm n)^m = a : ma : m \cdot q \cdot 2^{\pm\frac{n}{2}}c.$$

Beispiel. i Vesuvian $= (P-2)^3$, folglich nach erster Formel $m = 3$ u. $n = -2$, oder $i = a : 3a : 3 \cdot 2^{-1}c = a : 3a : \frac{3}{2}c = \frac{1}{3}a : a : \frac{1}{2}c$; z Vesuvian $= (P-1)^3$, folglich $m = 3$, $n = -1$, oder $z = a : 3a : 3 \cdot 2^{-\frac{1}{2}}c = \frac{1}{3}a\sqrt{2} : a\sqrt{2} : c$. Es ist aber $a\sqrt{2}$ die digonale Zwischenaxe d, daher $z = \frac{1}{3}d : d : c$, woraus sich leicht mittelst der Sectionslinienformel pag. 47 die Axenschnitte a berechnen lassen, nämlich $\frac{2}{3+1}a : \frac{2}{3-1}a : c = \frac{1}{2}a : a : c = z$. Beim Anatas ist $r = \frac{4}{5}P-4$, folglich in der 2ten allgemeinen Formel $q = \frac{4}{5}$, $n = -4$ zu setzen, gibt $r = a : a : \frac{4}{5} \cdot 2^{-\frac{4}{2}}c = a : a : \frac{1}{5}c$; für die kleine Vierkantnerfläche an brasilianischen Krystallen $s = (\frac{4}{5}P-7)^4$ ist nach der dritten Formel $q = \frac{4}{5}$, $n = -7$, $m = 4$, folglich

$$s = a : 4a : 4 \cdot \tfrac{4}{5} \cdot 2^{-\frac{7}{2}}c = a : 4a : 4 \cdot \tfrac{4}{5} \cdot \frac{1}{8 \cdot \sqrt{2}} \cdot c = \tfrac{1}{2}a\sqrt{2} : 2a\sqrt{2} : \tfrac{1}{5}c =$$

$$\tfrac{1}{2}d : 2d : \tfrac{1}{5}c = \frac{2}{2+\frac{1}{2}}a : \frac{2}{2-\frac{1}{2}}a : \tfrac{1}{5}c = \tfrac{4}{5}a : \tfrac{4}{3}a : \tfrac{1}{5}c.$$

Wollte man ein kurzes und unzweideutiges Symbol für die Flächen, so müßte c, da sie einzig ist, = 1 gesetzt werden, aber nicht eines der a.

1) Oktaeder erster Ordnung $c : ma : ma$ $= mam$;
zweiter Ordnung $c : ma : \infty a$ $= ma\infty$.

2) Säulen: 1ste Säule $a : a : \infty c = 0a : 0a : c$ $= 0a0$;
2te Säule $a : \infty a : \infty c = 0a : a : c$ $= 0a1$.

3) Geradendfläche $c : \infty a : \infty a$ $= \infty a \infty$.

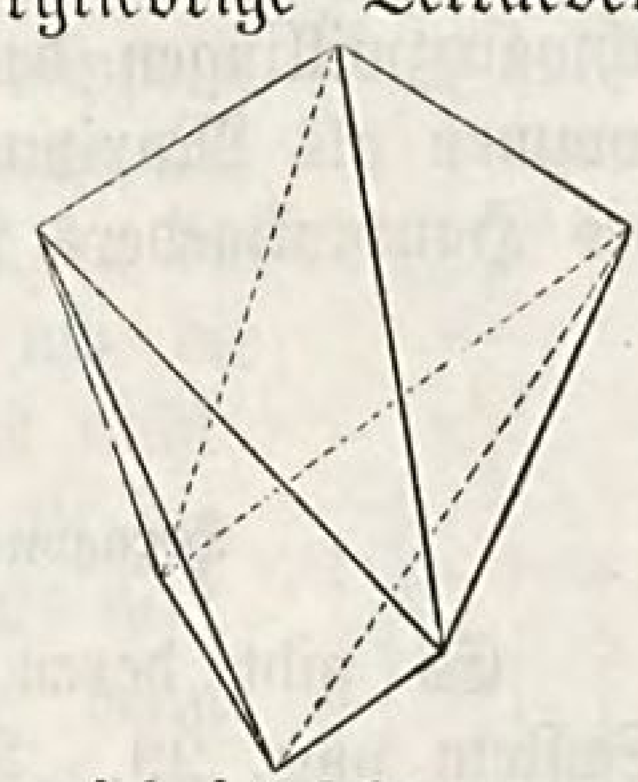
4) Vierundvierkantige Säulen $a : ma : \infty c = oa : \frac{ma}{\infty} : c$ $= 0am0$.

5) Vierundvierkantner $c : ma : na$ $= man$.

Es ist dabei ganz gleichgültig, welchen Buchstaben man vor- oder hintersetze, denn man darf nur c = 1 und a hinten hinzudenken, so kommt immer das volle Zeichen. Gerade so bezeichnet man die Flächen des regulären Systems. Wir benützen diese Symbole nicht, weil wir sie überhaupt nicht für sonderlich nothwendig halten. Wenn man aber einmal Symbole macht, so kann nur auf diese Weise dem Irrthume des Gedächtnisses vorgebeugt werden.

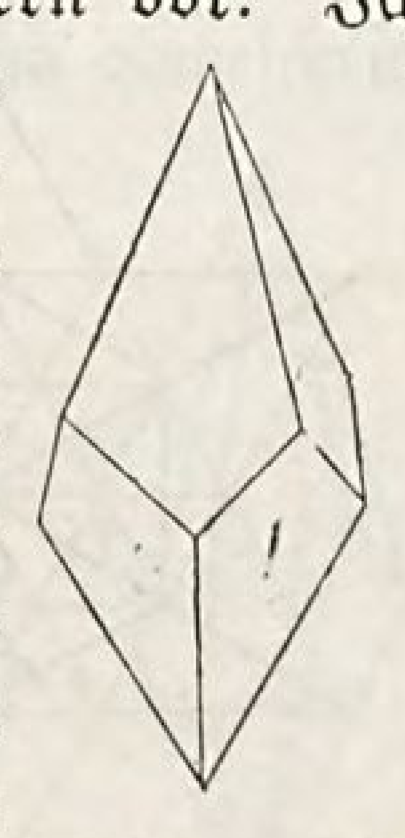
Hemiedrie. Ist zwar nicht mehr so wichtig, wie im regulären System, doch kommen einige interessante Fälle vor:

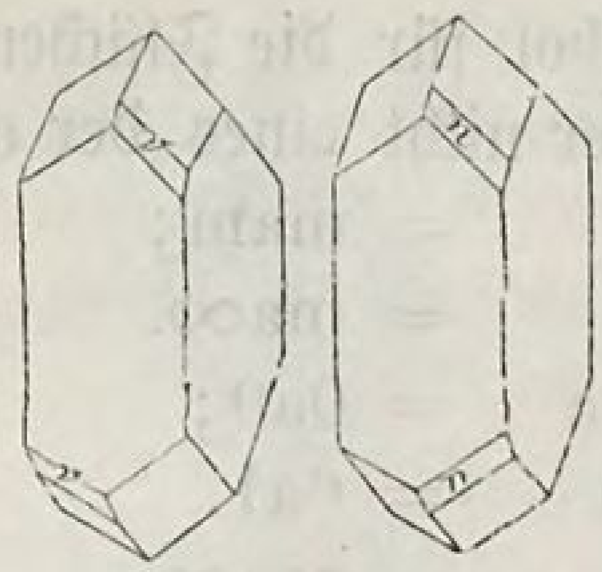
a) Tetraedrische Hemiedrie. Das viergliedrige Tetraeder (Sphenoid) haben wir schon oben pag. 27 kennen gelernt, es ist 4+2kantig. Die Geradendfläche stumpft die 2 Kanten, die 2te quadratische Säule die 4 Kanten und die erste quadratische Säule die 4 Ecken ab. Der Vierkantner muß natürlich ein **gebrochenes Tetraeder** (Disphen, tetragonales Skalenoeder) geben. Es wird von 8 ungleichseitigen Dreiecken eingeschlossen, hat daher 4+4+4 Kanten, von denen keine der andern parallel geht. Beim Kupferkies kommt diese Hemiedrie schön vor.



b) Pyritoedrische Hemiedrie würde aus dem Vierkantner ein zweigliedriges Oktaeder machen, und aus den Oktaedern zweigliedrige Paare. Zweigliedrige Oktaeder, worin b ein rationales Multiplum von a ist, könnten unter gewissen Umständen für hemiedrisch genommen werden.

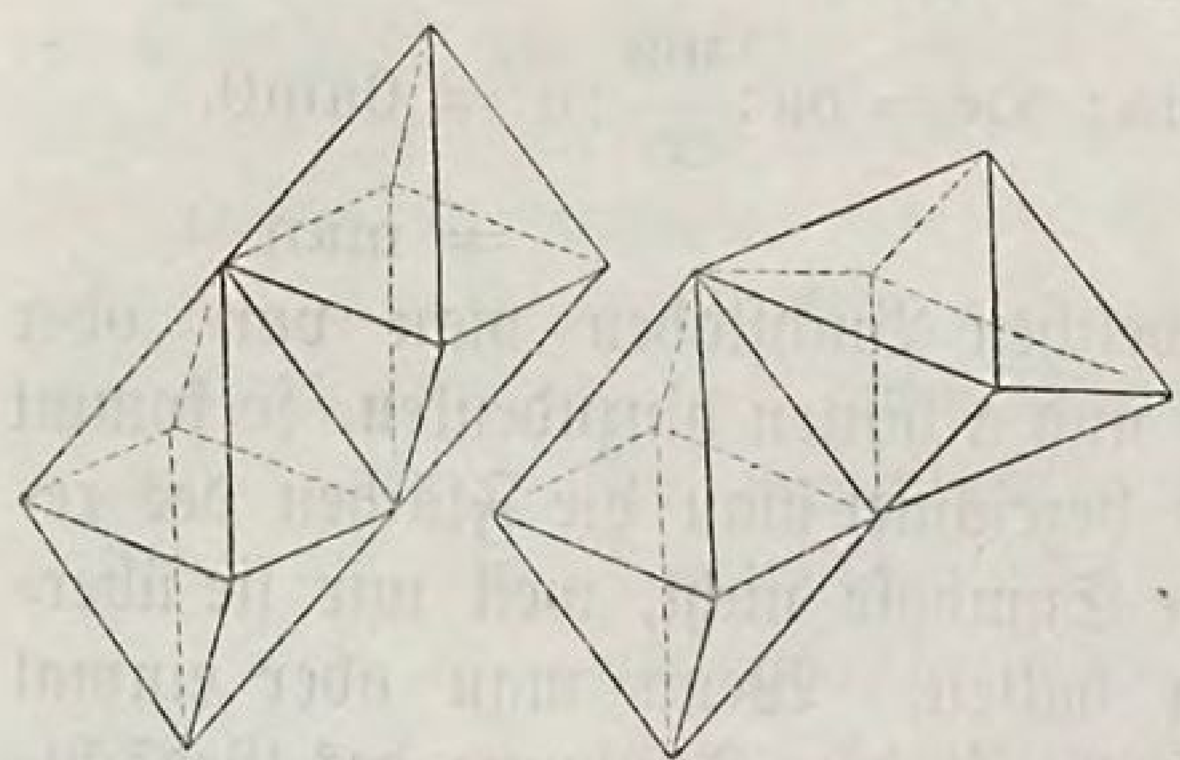
c) Gyroedrie. Kommt ausgezeichnet bei Vierkantnern vor. Ich darf nur auf eine Fläche 0 schreiben, und auf die anliegende 1 rc. Den Körper hat Naumann **Trapezoeder** genannt. Es sind zwei an beiden Enden gegen einander verdrehte Oktaederhälften, wodurch an den Seitenecken 4+4 Zickzackkanten entstehen. Man kann übrigens den Vierkantner auch in zwei viergliedrige Oktaeder von Zwischenstellung (die nicht zu den beiden Ordnungen von Oktaedern gehören) zerlegen, diese erzeugen dann keine Drehung. Sowie auch die vierundvierkantige Säule in zwei quadratische Säulen von Zwischenstellung zerfällt. Beispiele Tungstein und Scheelbleierz. Es kommen die Flächen nur selten untergeordnet vor. Man macht sich die





Sache am besten am **viergliedrigen Dodekaeder** klar: *v* zeigt die gedrehte Hemiedrie, und n die nicht gedrehte; letztere gibt ein Oktaeder von Zwischenstellung, erstere ein Trapezoeder.

Zwillinge. Nimmt man zwei gleiche Oktaeder und legt sie mit ihren Endkanten in symmetrischer Lage aneinander, so sind zwei Stellungen



möglich: entweder liegen die Oktaeder parallel (1), oder nicht parallel und umgekehrt (2), letzteres ist der Zwilling. Statt der Endkanten lassen sich auch die Flächen des nächsten stumpferen Oktaeders denken. Mathematisch ausgedrückt: beide Individuen haben die Fläche des nächsten stumpferen Oktaeders gemein, und sind 180° um eine Linie (Zwillingsaxe) verdreht, die senkrecht auf der gemeinsamen Fläche steht. Bei diesen Zwillingen spiegeln zwei Flächen ein, welche eine geschobene Säule bilden, die andern beiden Flächen machen einspringende Winkel, wie die augitartigen Paare bei den Schwalbenschwanzzwillingen des Gypses. Beim Kupferkies, Scharfmanganerz ꝛc. kommen als Maximum Fünflinge vor, indem an jede der vier Endkanten des Hauptoktaeders sich ein Individuum legt. Siehe Zinnstein, Rutil.

Dreiundeinaxige Systeme.

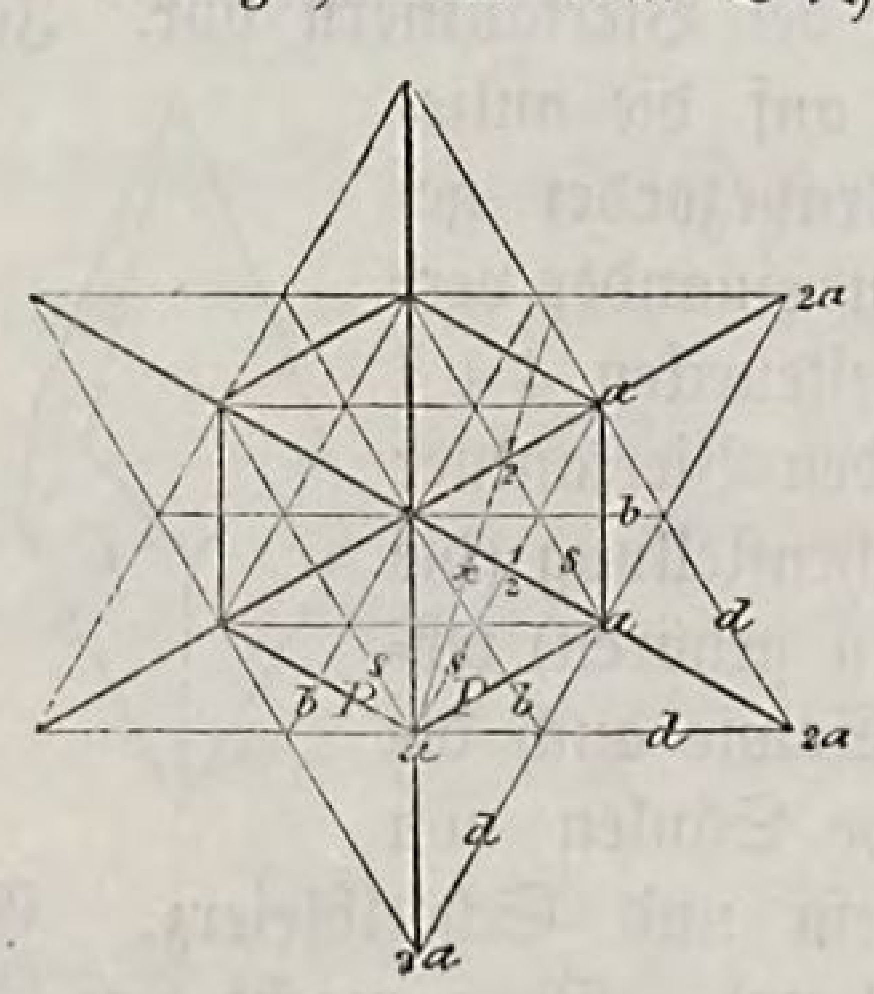
Hexagonales Naumann, Monotrimetrisches Hausmann.

Es gibt deren zwei: dreigliedriges und sechsgliedriges System pag. 29. Beide gehen jedoch ineinander über, wie ihre Entwickelung aus dem regulären Systeme beweist.

a) Sechsgliedriges System.

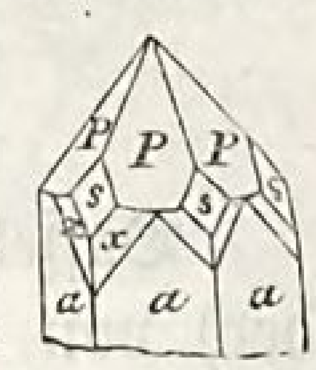
Dihexaedrisches.

Es geht aus dem Dihexaeder P=a:a:∞a:c pag. 30 hervor.

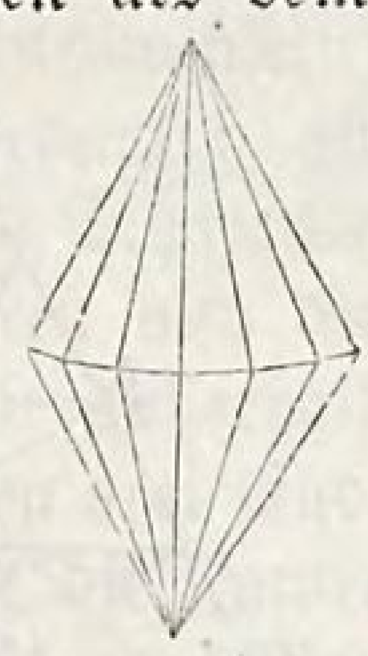


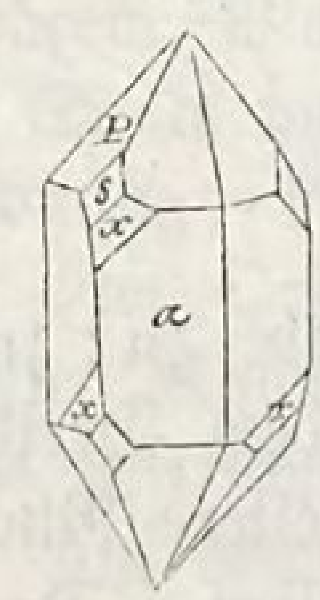
Die Endecke wird durch die Geradendfläche c:∞a:∞a:∞a gerade abgestumpft, welche wir zur Projectionsebene wählen. Die erste sechsseitige Säule a:a:∞a:∞c stumpft die Seitenkanten gerade ab, ihre Sectionslinien fallen mit den Axen a zusammen; die 2te sechsseitige Säule b=a:½a:a:∞c stumpft die Seitenecken ab, und ihre Sectionslinien fallen mit den Zwischenaxen b zusammen. Alle Zwischenlinien von a und b im Mittelpunkt gehören

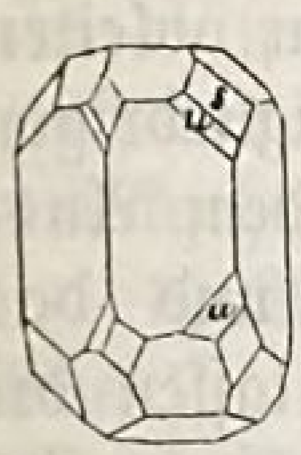
6+6kantigen Säulen an, sie schneiden die sämmtlichen a ungleich, und gehen der Axe c parallel. Stumpft man die Endkanten des Dihexaeders durch das nächste stumpfere Dihexaeder ab, so ergibt sich der Flächenausdruck $d = 2a : a : 2a : c$. Häufiger kommt das nächste schärfere $s = a : \frac{1}{2}a : a : c$ vor, welches in zwei abwechselnde Endkanten des Dihexaeders fällt. Construiren wir uns aus Pas **nebenstehenden Körper**, so leuchtet ein, daß die Kanten P/s und s/a an jedem Ende des Krystalls 12mal vorhanden sind. Wird die Kante s/a durch $x = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : c$ abgestumpft, so muß diese Fläche in jedem Sextanten zweimal auftreten, also die größtmögliche Flächenzahl, einen Sechsundsechskantner (kurz Sechskantner, dihexagonale Pyramide) geben. Denselben kann man als ein gebrochenes Dihexaeder ansehen, woran 6 Endkanten den Flächen und 6 den Endkanten des eingeschriebenen Dihexaeders entsprechen. Beim Beryll kommt eine solche Vollzähligkeit aber nur untergeordnet vor, man hat daher diese Körper mit 24 ungleichseitigen Dreiecken auch



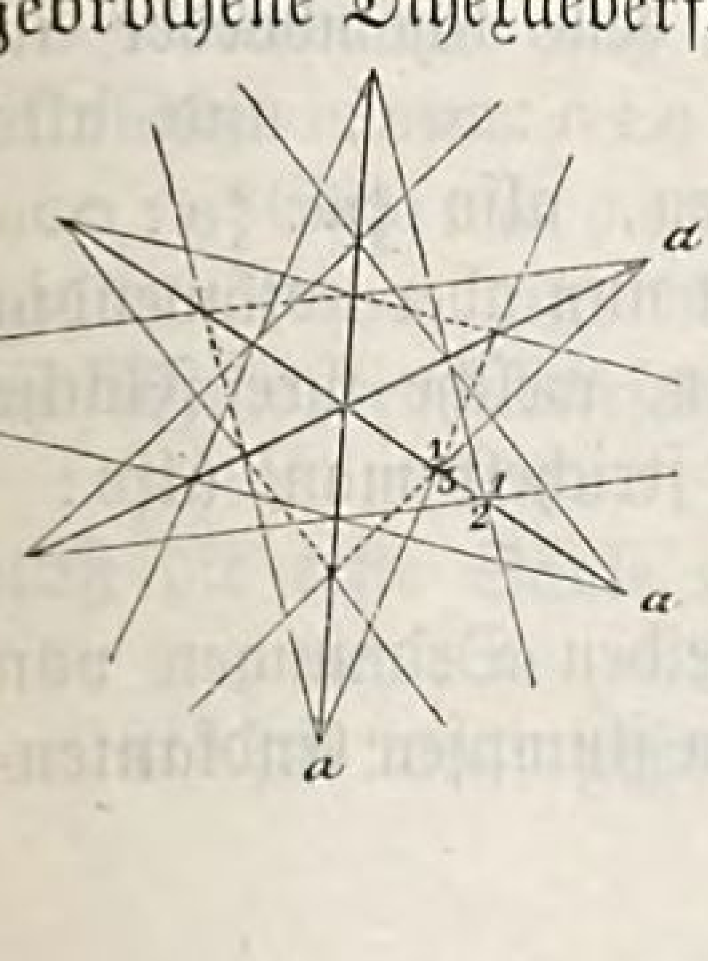
Berylloide genannt. Gewöhnlich geht man von ihnen als dem allgemeinsten Flächenausdruck $c : \frac{a}{m} : \frac{a}{n} : \frac{a}{n-m}$ aus, und gelangt durch Hälftflächigkeit zu dem dreigliedrigen System. Zunächst ist wie bei dem Vierkantner beistehende doppelte Hemiedrie möglich: schreibt man nemlich auf eine Fläche des Sechskantners 1 und auf die anliegenden 0, so bilden die wachsenden 1 eine Gyroedrie, wie beim **Quarze**, wo die Trapezflächen x oben und unten an einer Säulenkante nicht mit einander correspondiren: in diesem ersten Falle ist die obere Dihexaederhälfte gegen die untere um weniger als 60^0 verdreht. Im zweiten Falle correspondiren, wie beim **Apatit**, die Hälftflächner u miteinander, dann ist es ein einfaches Dihexaeder von Zwischenstellung, das sämmtliche Axen a ungleich schneidet. Denn aus der Projection des Sechskantners geht hervor, daß er aus zwei Dihexaedern von Zwischenstellung besteht, die sich symmetrisch kreuzen.

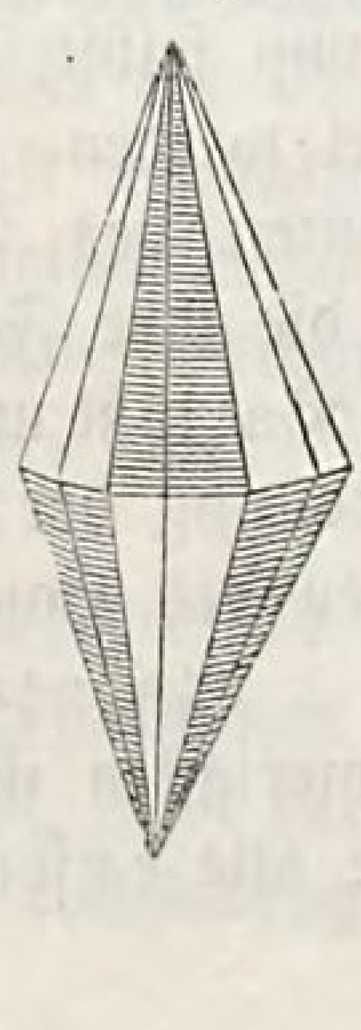


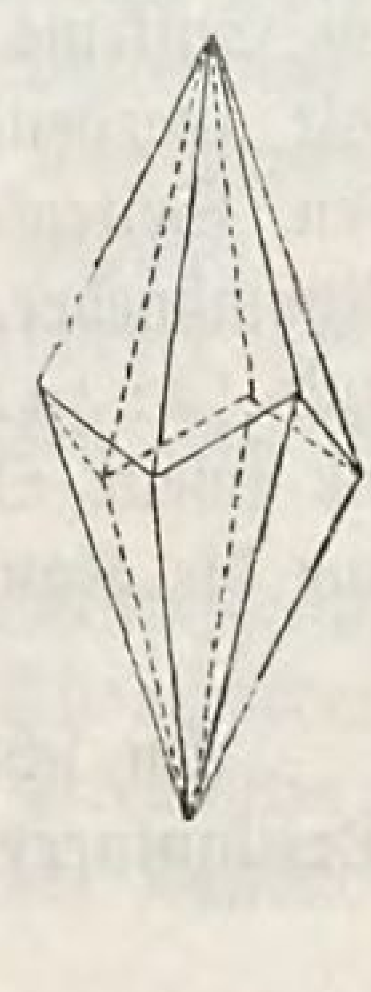




Theilen wir uns den Sechskantner nach dem eingeschriebenen Dihexaeder, d. h. schreiben wir auf eine gebrochene Dihexaederfläche 0, auf die anliegenden 1 2c., so geben die wachsenden 1 einen Dreiunddreikantner (kurz **Dreikantner** oder gebrochenes Rhomboeder), und wie aus der Projection folgt, so kann man jeden Sechs-







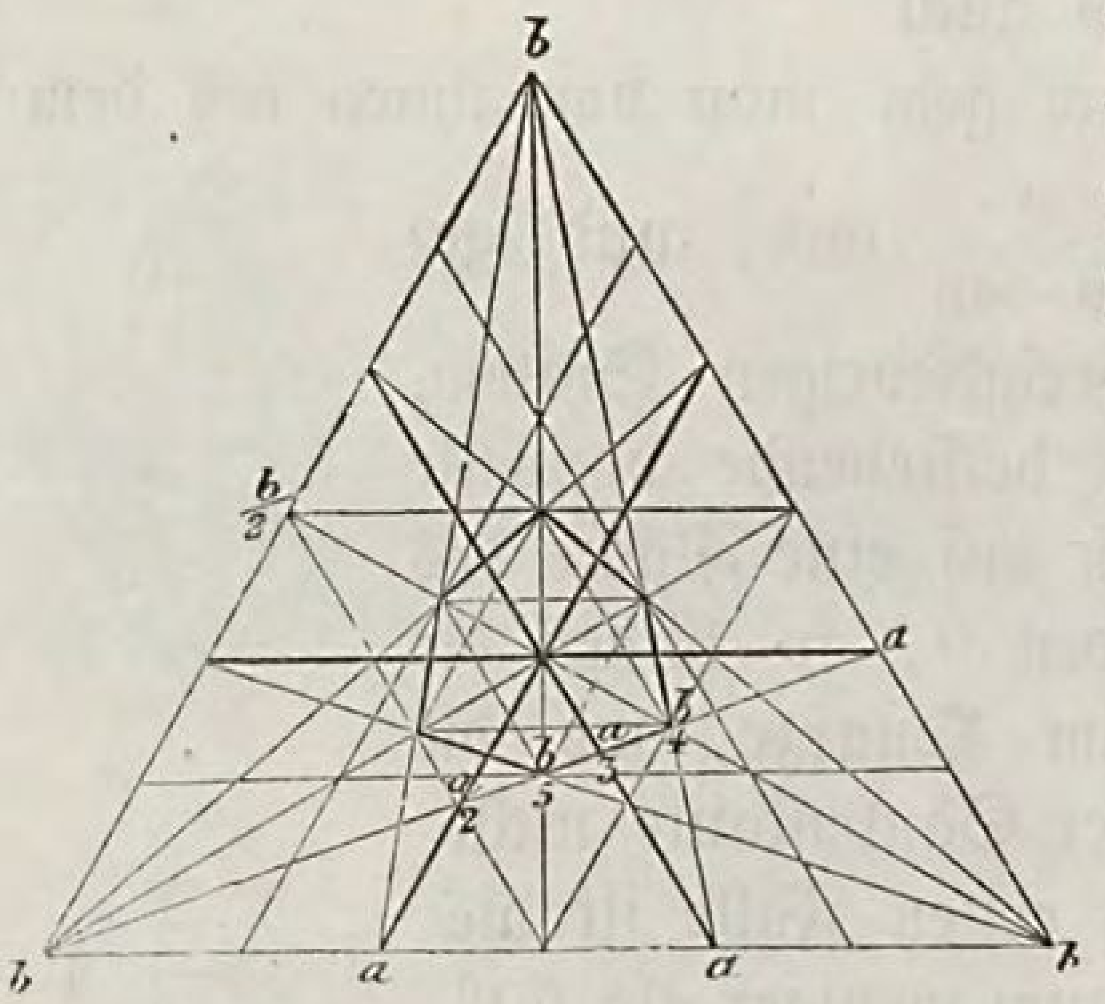
kantner aus zwei durchwachsenen Dreikantnern 1 und 0 entstanden denken: Dreikantner und Gegendreikantner, dieser ergänzt jenen zu einem Sechskantner. Auf dieselbe Weise kann man endlich das Rhomboeder als den Hälftflächner eines Dihexaeders ansehen pag. 29.

b) Dreigliedriges System.

Rhomboedrisches.

Dasselbe hat zum allgemeinsten Körper obigen **Dreikantner** (Skalenoeder) von 12 ungleichseitigen Dreiecken begrenzt, in der 3+3kantigen Endecke laufen die drei stumpfen und drei scharfen Endkanten zusammen, während die sechs 2+1+1kantigen Seitenecken im Zickzack durch die Seitenkanten verbunden werden. Projiciren wir uns z. B. den gewöhnlichen Dreikantner des Kalkspathes

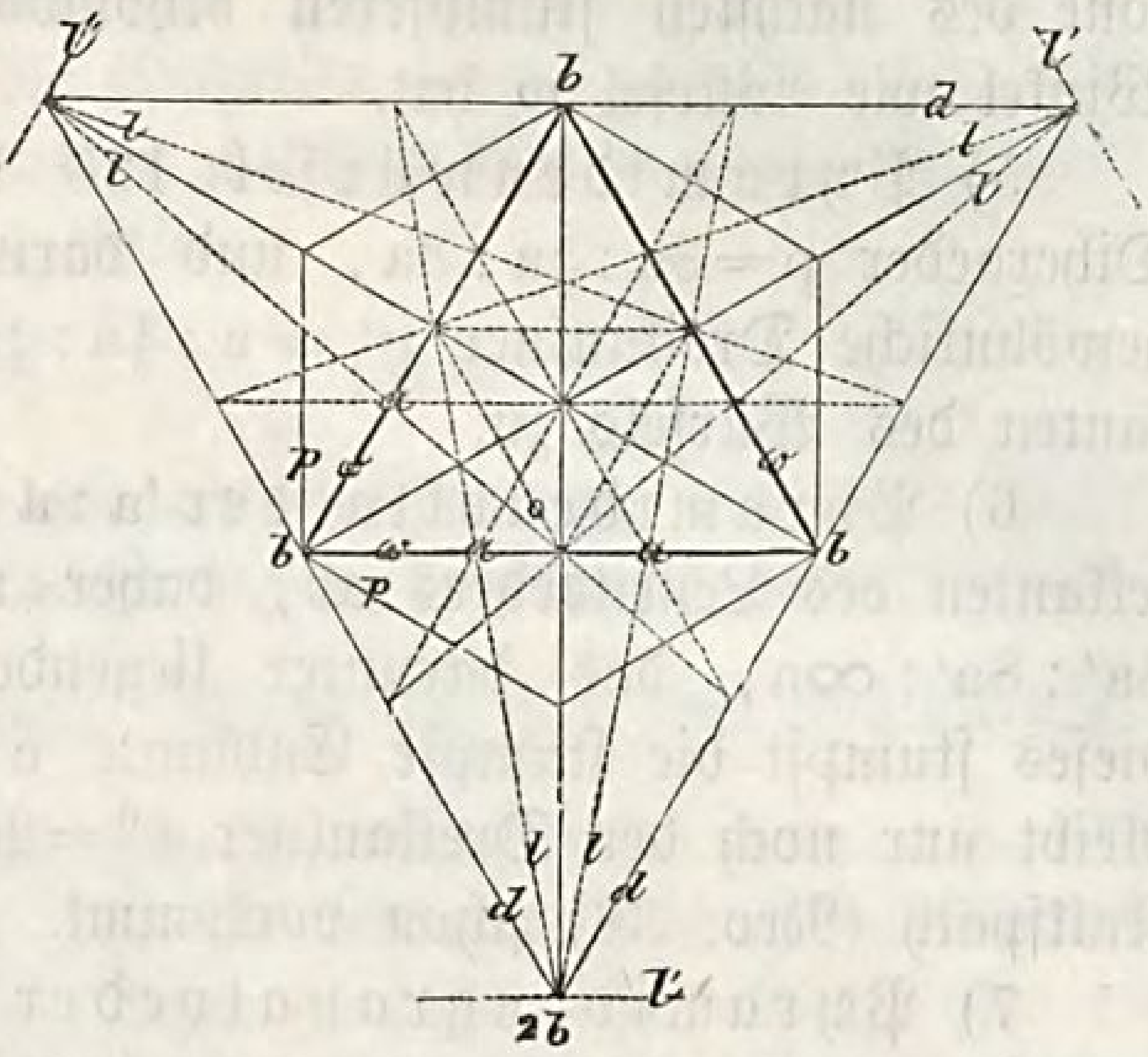
$$c : \frac{a}{1} : \frac{b}{4} : \frac{a}{3} : \frac{b}{5} : \frac{a}{2} : \frac{b}{1},$$



so geht die scharfe Endkante $c : \frac{1}{4}b$, die stumpfe $c : \frac{1}{5}b$, die Seitenkante $c : b$. Eine Fläche $b : b$ durch die Seitenkanten gelegt gibt das Hauptrhomboeder $a : a : \infty a$; eine weitere durch die scharfen Endkanten $\frac{1}{4}b : \frac{1}{4}b$ gibt $\frac{1}{4}a : \frac{1}{4}a : \infty a$; endlich durch die stumpfen $\frac{1}{5}b : \frac{1}{5}b$ gibt $\frac{1}{5}a : \frac{1}{5}a : \infty a$. Würde man diese dreierlei Kanten gerade abstumpfen, so gäbe die Abstumpfung der Seitenkanten die zweite sechsseitige Säule $b = a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$; die Abstumpfung der scharfen Endkante $\frac{1}{4}b$ gäbe $\frac{1}{2}a : \frac{1}{2}a : \infty a$, und der stumpfen $\frac{1}{5}b$ gäbe $\frac{2}{5}a : \frac{2}{5}a : \infty a$, so daß mit jedem Dreikantner außer der Säule und dem Hauptrhomboeder noch vier weitere Rhomboeder gegeben sind, die sich leicht aus dem Zeichen ableiten lassen. Da nun aber die Axenausdrücke der Körper des dreigliedrigen Systems nur die Hälfte der Sextanten füllen, so setzen viele dem Ausdrucke $\frac{1}{2}$ vor, so daß also der Dreikantner $\frac{1}{2}(c : a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a)$ und das Rhomboeder $\frac{1}{2}(c : a : a : \infty a)$ geschrieben werden müßte. Wir lassen die Zahl $\frac{1}{2}$, so oft keine Irrungen möglich sind, weg, denn diese versteht sich im Systeme von selbst, dagegen muß die Lage im Sextanten mit Sorgfalt angedeutet werden. Zu dem Ende gibt man dem Rhomboeder in den Seitenkanten des Dreikantners das Zeichen $a : a : \infty a$, und alle Rhomboeder, die ihre Fläche wie dieses liegen haben, also $\frac{2}{5}a : \frac{2}{5}a : \infty a$ und $\frac{1}{4}a : \frac{1}{4}a : \infty a$ läßt man ungestrichelt. Davon ist nun aber nothwendig die zweite Ordnung der Rhomboeder zu unterscheiden, welche ihre Fläche wie die Kanten des Hauptrhomboeders legen, diese strichelt man, also:

$$\frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a' : \infty a \text{ und } \frac{1}{5}a' : \frac{1}{5}a' : \infty a.$$

Am schwierigsten ist die Unterscheidung der beiden Ordnungen von Dreikantnern: alle erster Ordnung, welche ihren stumpfen Endkanten-



winkel wie die Fläche des Hauptrhomboeders legen, werden nicht gestrichelt; dagegen bekommen diejenigen *2ter Ordnung* Striche, welche ihren stumpfen Winkel, wie die Kanten des Hauptrhomboeders legen. Weiß (Abhandl. Berliner Akad. Wissensch. 1823 pag. 217) unterscheidet außerdem an jedem Rhomboeder, also auch am Hauptrhomboeder, 3 Abtheilungen. Die *erste Abtheilung* schärft die Seitenkanten des Rhomboeders zu, sie müssen also ihre Sectionslinien innerhalb des Dreiecks ω/ω haben, und alle diese sind ungestrichelt, denn ihr stumpfer Endkantenwinkel liegt wie ω. Die beiden andern Abtheilungen schärfen die Endkanten des Hauptrhomboeders zu, unter diesen bildet das Dihexaeder (mit gleichen Endkantenwinkeln), welches ebenfalls die Endkante von ω zuschärft, den Wendepunkt: alle Dreikantner, deren Sectionslinien zwischen Rhomboeder ω und Dihexaeder p liegen, haben ihren stumpfen Winkel noch wie ω, sie gehören also der ungestrichelten *2ten Abtheilung* an. Dagegen müssen alle außerhalb des Dihexaeders p gelegenen, welche also die in ω/ω liegenden drei Endkanten des Dihexaeders zuschärfen, ihren stumpfen Winkel wie die Kanten von ω legen, also der gestrichelten *3ten Abtheilung* angehören. Man sagt daher kurz: die beiden ersten Abtheilungen zwischen 2ter Säule und Dihexaeder sind in Beziehung auf Rhomboeder ω erster Ordnung, die zwischen Dihexaeder und nächstem stumpfen Rhomboeder aber 2ter Ordnung. Es versteht sich daraus von selbst, daß am gestrichelten Rhomboeder die Dreikantner der beiden ersten Abtheilungen ebenfalls gestrichelt sein müssen, nur die dritte Abtheilung nicht gestrichelt wird. Am besten wird das Verhältniß klar, wenn man wieder auf das reguläre System zurückgeht, und sich die Hauptflächen in dreigliedriger Stellung projicirt:

1) *Würfel* gibt uns das Hauptrhomboeder $\omega = a : a : \infty a$ mit rechten Winkeln in den Endkanten.

2) *Oktaeder* zerfällt in die Geradendfläche und das nächste schärfere $o = \frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a' : \infty a$, denn sein Rhomboeder hat die Endkantenwinkel des Tetraeders, muß also vom Würfel abgestumpft werden. Die Geradendfläche $c : \infty a : \infty a : \infty a$ haben wir zur Projectionsebene gewählt.

3) *Granatoeder* liefert das erste stumpfere Rhomboeder $d = 2a' : 2a' : \infty a$, und die 2te sechsseitige Säule $b = a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$, weil es die Kante des Würfels abstumpft.

4) *Leucitoeder* 112, die Kanten des Granatoeders abstumpfend, muß die erste Säule $a = a : a : \infty a$ und das 2te stumpfere Rhomboeder $l' = 4a : 4a : \infty a$ geben. Außer diesen bleibt aber noch der Dreikantner $l = a' : \frac{2}{3}a' : 2a'$, gestrichelt, weil er in der ersten Abtheilung der Kanten-

zone des nächsten stumpferen Rhomboeders liegt, und seinen scharfen Winkel wie Würfel ω hat.

5) Pyramidenwürfel 120 bildet oben an seiner Endecke ein Dihexaeder $p = 3a : \frac{3}{2}a : 3a$, und darunter liegt der beim Kalkspath so gewöhnliche Dreikantner $p' = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$, denn er schärft ja die Zickzackkanten des Würfels zu.

6) Pyramidenoktaeder $a : a : \frac{3}{2}a$ stumpft die gebrochenen Würfelkanten des Leucitoeders ab, daher muß das obere Rhomboeder $t = 8a' : 8a' : \infty a$, das darunter liegende $t' = \frac{4}{5}a' : \frac{4}{5}a' : \infty a$ haben, denn dieses stumpft die stumpfe Endkante $c : \frac{2}{5}b$ des Dreikantner l ab. Jetzt bleibt nur noch der Dreikantner $t^0 = 2a' : \frac{1}{3}a' : \frac{2}{5}a'$ über, der z. B. beim Kalkspath (Nro. 38) schon vorkommt.

7) Pyramidengranatoeder $a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$ gibt uns oben ein Dihexaeder $g = 6a : 3a : 6a$; darunter liegt Dreikantner $g' = 4a' : a' : \frac{4}{3}a'$; dann folgt $g'' = a' : \frac{2}{5}a' : \frac{2}{3}a'$; endlich die 6 + 6kantige Säule $g^0 = a : \frac{1}{5}a : \frac{1}{4}a : \infty c$.

Denkt man sich also am regulären System irgend eine der trigonalen Axen etwas länger oder kürzer als die übrigen drei, so muß sogleich das System dreigliedrig werden, obgleich der Zonenzusammenhang gleich bleibt. Jedenfalls gelangen wir auf diese Weise zu folgender Eintheilung:

1) Rhomboeder 1ster Ordnung $ma : ma : \infty a : c = mam$;
2ter Ordnung $ma' : ma' : \infty a' : c = ma'm$.

2) Sechsseitige Säulen: 1ste Säule $a : a : \infty a : \infty c = 0a0$;
2te Säule $a : \frac{1}{2}a : a : \infty c = 0a\frac{1}{2}0$.

3) Geradendfläche $c : \infty a : \infty a : \infty a = \infty a \infty$.

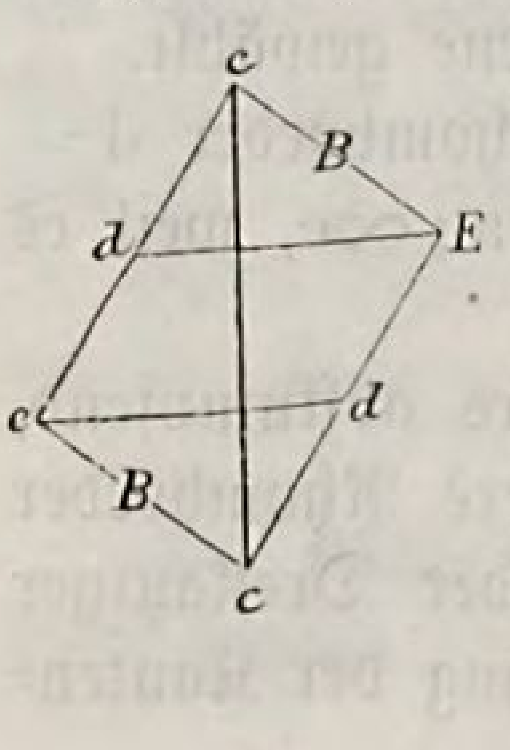
4) Sechsundsechskantige Säulen $a : \frac{a}{m} : \frac{a}{m-1} : \infty c = 0a\frac{0}{m}$.

5) Dreikantner: 1ster Ordnung $\frac{a}{m} : \frac{a}{n} : \frac{a}{n-m} : c = \frac{1}{m}a\frac{1}{n}$;
2ter Ordnung $\frac{a'}{m} : \frac{a'}{n} : \frac{a'}{n-m} : c = \frac{1}{m}a'\frac{1}{n}$.

6) Dihexaeder $ma : \frac{1}{2}ma : ma = ma\frac{1}{2}m$.

Blos der 6 + 6 Kantner kann aus dem regulären System nicht abgeleitet werden, man gelangt zu ihm durch ein dirhomboedrisches System. Siehe unten beim Zwilling.

Rhomboeder. Legt man eine Horizontalebene durch je drei der Zickzackecken, so theilen diese die ganze Axe c in drei gleiche Theile pag. 50. Es gilt diese Dreitheilung übrigens ganz allgemein für jedes Parallelepiped.



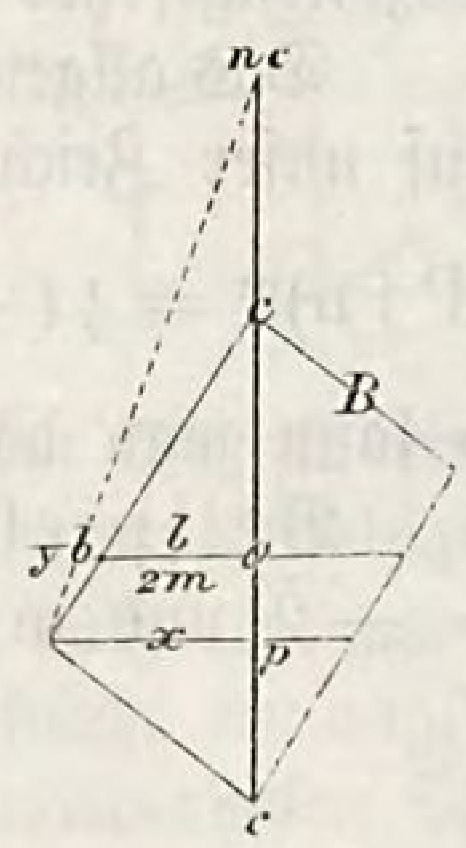
Häufig spricht man auch noch von seinen **Hauptschnitten**, d. h. drei Ebenen, welche respective den Flächen der zweiten sechsseitigen Säule parallel gehen, also in der Axe c, der Endkante B und der schiefen Diagonale d liegen. Die Querlinien dE und de bilden die Durchschnitte obiger Horizontalebenen mit den Hauptschnitten, theilen daher cc in drei gleiche Theile und werden selbst im Verhältniß 1 : 2 geschnitten.

Mohs und Naumann bezeichnen nun die Rhomboeder so, daß sie alle in unserer Projection durch die Einheiten a : a gelegt denken, und dann das Verhältniß beischreiben, unter welchem Axe c geschnitten wird. R bedeutet das Grundrhomboeder. Also

$$mR = a : a : \infty a : mc = \frac{a}{m} : \frac{a}{m} : \infty a : c.$$

Dies Zeichen ist wenigstens nur insofern zweideutig, als man immer merken muß, daß die Axe c und nicht die a verlängert gedacht werde. Darnach wäre ein Zeichen $\frac{1}{m}a$ besser. Mohs hat nun aber unglücklicherweise noch die Reihen hineinverwoben. Ein Rhomboeder $3c : a : a : \infty a = 3R$ schreibt er $\frac{3}{4}R + 2$, das soll heißen, das 2te schärfere von einem Rhomboeder $\frac{3}{4}R$. $R' = a' : a' : \infty a : c$ bezeichnet er mit $-R$, so ist also ein Rhomboeder $-R-1 = \frac{1}{2}R = 2a : 2a : \infty a : c$, d. h. das nächste stumpfere vom Gegenrhomboeder.|

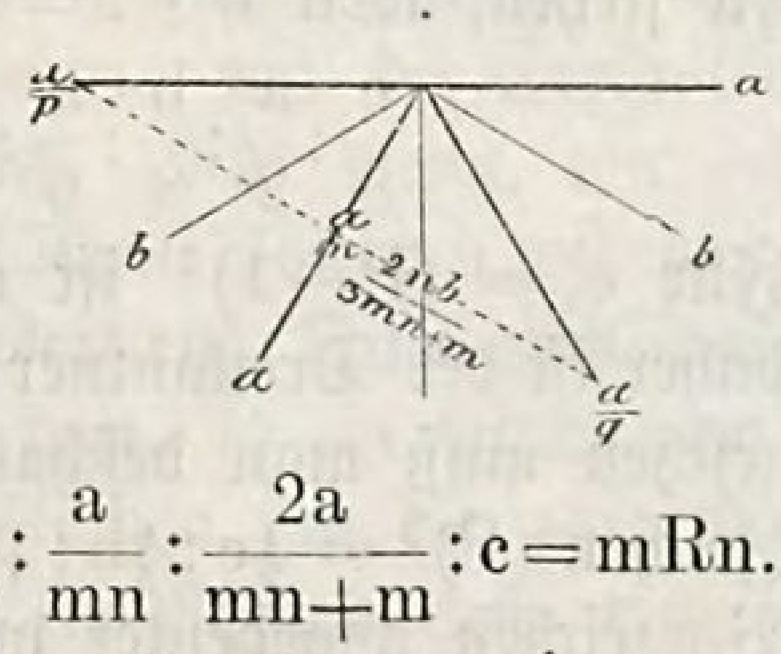
Dreikantner (Skalenoeder). Hier wird das Mohs'sche Zeichen wahrhaft hieroglyphisch, seine Schüler haben es daher längst verlassen, und sich dem Naumann'schen zugewendet. Dieser geht vom eingeschriebenen Rhomboeder der Seitenkanten des Dreikantners aus, verlängert die Hauptaxe c, und legt durch diesen Punkt und die Zickzackkanten Flächen. Das Symbol mRn bedeutet daher ein Rhomboeder $mR = \frac{a}{m} : \frac{a}{m} : \infty a : c$, dessen Hauptaxe c bis nc verlängert ist, und von diesem Punkte nc werden 6 Flächen nach den Zickzackkanten des Rhomboeders mR gelegt. Leider sind durch dieses Zeichen für die Fläche nur zwei Axenpunkte $nc : \frac{a}{m}$ unmittelbar festgestellt, wir müssen also den dritten Ausdruck für die stumpfe Endkante nc : yb des Dreikantners suchen. Es verhält sich $x : \frac{b}{2m} = pc : oc = \frac{4}{3}c : c$, $x = \frac{2}{3m}b$; ferner



$$\frac{2b}{3m} : yb = p\ nc : o\ nc = (n + \tfrac{1}{3})\,c : nc,$$

$$yb = \frac{2nb}{3m(n+\frac{1}{3})},\quad y = \frac{2n}{3mn+m}.$$ Wir haben also damit die drei Punkte $nc : \frac{a}{m} : \frac{2nb}{3mn+m}$. Projiciren wir dies, so findet sich

$$q = \left(\frac{3mn+m}{2n} - m\right) = \frac{mn+m}{2n},$$ und



$$p = \left(m - \frac{mn+m}{2n}\right) = \frac{mn-m}{2n},$$ folglich

$$\frac{a}{p} : \frac{a}{m} : \frac{a}{q} : nc = \frac{2n}{mn-m}a : \frac{a}{m} : \frac{2n}{mn+m}a : nc = \frac{2a}{mn-m} : \frac{a}{mn} : \frac{2a}{mn+m} : c = mRn.$$

Beispiel. Für R3 ist m=1, n=3, gibt $a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : c$, den ge=

wöhnlichen Dreikantner; $\frac{1}{4}$R3, m = $\frac{1}{4}$, n = 3, gibt 4a : $\frac{4}{3}$a : 2a : c = a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{4}$c. Naumann bezeichnet ferner ein Dihexaeder a : a : ∞a : c = P, und a : a : ∞a : mc = mP. Den Sechskantner, welcher die Endkanten von mP zuschärft, schreibt er mPn = mc : a : na : $\frac{n}{1-n}$a. Dieses Zeichen läßt uns doch wenigstens den Axenausdruck ablesen, indem m die Verlängerung von c, und n die Verlängerung des 2ten a bezeichnet. Der Ausdruck mP2 = mc : a : 2a : —2a = mc : 2a : a : 2a bezeichnet das nächste stumpfe Dihexaeder von mP. Haidinger setzt statt P den Buchstaben Q (Quarzoid).

Der Zusammenhang zwischen den allgemeinen Zeichen von Mohs und Weiß ist einfach folgender: hat eine Fläche den Ausdruck

$$\frac{a}{\mu}:\frac{b}{\mu+\nu}:\frac{a}{\nu}:\frac{b}{2\nu-\mu}:\frac{a}{\nu-\mu}:\frac{b}{\nu-2\mu}:\frac{c}{\lambda}$$

worin b die Zwischenaxen pag. 60 bezeichnet, so kann man, wenn außer $\frac{c}{\lambda}$ zwei beliebige gegeben sind, die übrigen vier durch einfache Addition oder Subtraction der Nenner finden. Ist z. B. $\frac{a}{\mu}$ und $\frac{a}{\nu}$ gegeben, so findet sich der Nenner des dritten a durch Subtraction $\nu-\mu$. Der Nenner von je einem a ist stets $\frac{1}{3}$ der Summe der anliegenden b, also

$\nu = \frac{1}{3}(\mu+\nu+2\nu-\mu)$, $\nu-\mu = \frac{1}{3}(2\nu-\mu+\nu-2\mu)$,

$\mu = \frac{1}{3}(\mu+\nu-(\nu-2\mu))$. Die Nenner von b finden sich durch Addition der Nenner von den anliegenden a. Alles ist die Folge des Kantenzonengesetzes pag. 49.

Das allgemeine Mohs'sche Zeichen ist $(P\pm n)^m$, und wenn man dieses auf unser Zeichen zurückführen will, so findet der Zusammenhang statt: $(P\pm n)^m = \frac{1}{2}(-2)^{\pm n}c:\frac{b}{3m-1}:\frac{b}{3m+1}$. Aus dem gegebenen c und beiden b kann man dann das volle Weiß'sche Zeichen leicht entwickeln.

Beispiel. Im Dreikantner des Kalkspathes $b^3 = (P-2)^3$ ist n = —2 und m = 3, gibt

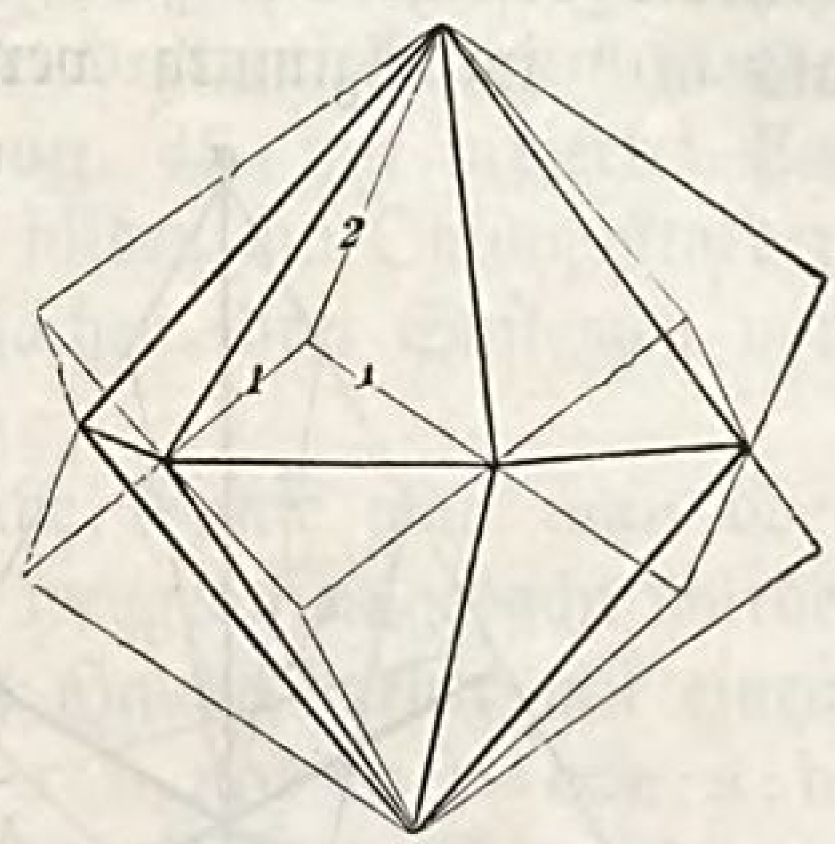
$$\tfrac{1}{2}(-2)^{-2}c:\frac{b}{9-1}:\frac{b}{9+1} = \frac{c}{8}:\frac{b}{8}:\frac{b}{10}.$$

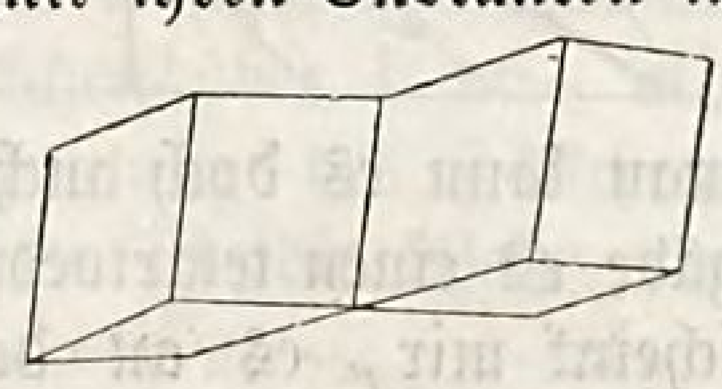
Zwischen den beiden b muß $\frac{a}{\frac{1}{3}(8+10)} = \frac{a}{6}$ liegen, folglich muß vor $\frac{1}{8}$b ein $\frac{1}{2}$a stehen, weil 6 + 2 = 8 ist, also folgt das Zeichen

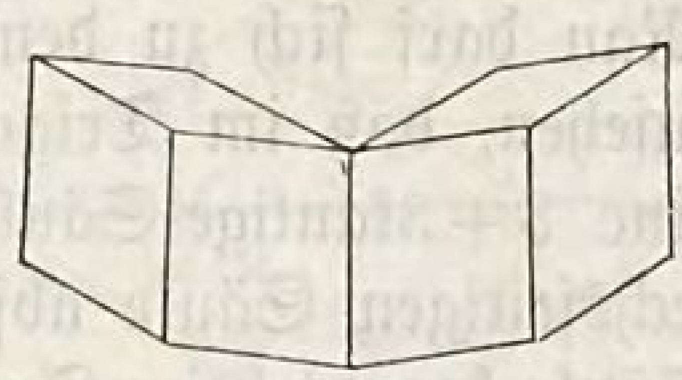
$$\frac{c}{8}:\frac{a}{2}:\frac{b}{8}:\frac{a}{6}:\frac{b}{10}:\frac{a}{4}:\frac{b}{2} = \frac{c}{4}:a:\frac{b}{4}:\frac{a}{3}:\frac{b}{5}:\frac{a}{2}:b.$$

Für $e_2 = (P-1)^3$ ist n = — 1 und m = 3, also $\frac{1}{2}(-2)^{-1}c = -\frac{1}{4}c$, daher ist der Dreikantner $\frac{1}{4}c:\frac{1}{8}b:\frac{1}{10}b$ zweiter Ordnung. Auf dieses Vorzeichen muß man deßhalb sehr achten. Wenn also n = 0 ist, wie in den Zeichen $(P)^3 = \frac{1}{2}c:\frac{1}{8}b:\frac{1}{10}b$, so muß die Ordnung noch durch ein besonderes Vorzeichen angedeutet werden, es ist daher — $(P)^3$ der Gegendreikantner von denselben Axenausdrücken.

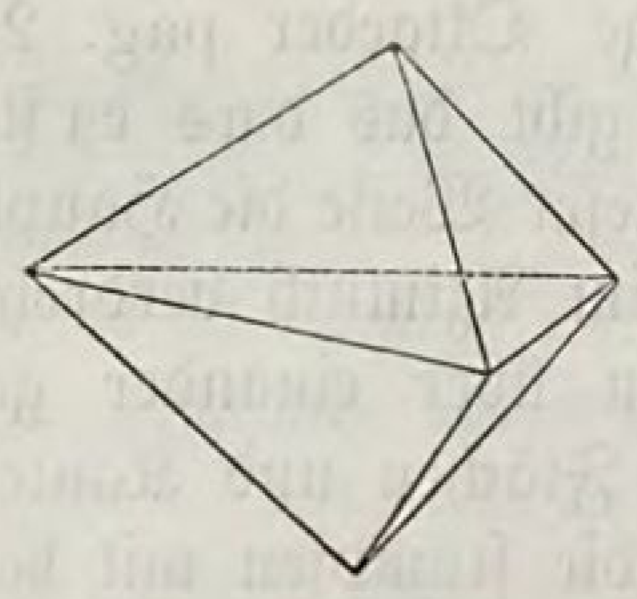
Zwillinge. Legt man zwei gleiche dreigliedrige Oktaeder pag. 29 mit ihrem gleichseitigen Dreieck auf einander, so gibt das das erste Zwillingsgesetz. Die Rhomboeder haben in dieser Weise die Hauptaxe c gemein, und sind gegen einander um 60° im Azimuth verdreht. Beim Kalkspath sind die beiden Zwillingsindividuen über einander gewachsen: es correspondiren dann beim Rhomboeder Flächen und Kanten an beiden Enden mit einander; beim Dreikantner die stumpfen mit den stumpfen, die scharfen mit den scharfen Endkanten. In den meisten Fällen verrathen auch einspringende Winkel die Zwillingsgrenze. Durchwachsen sich die Rhomboeder, so stehen die Zickzackkanten des einen über die Flächen des andern hervor, die Kanten werden im Verhältniß 1 : 1 : 2 geschnitten, und das gemeinsame Kernstück ist ein Dihexaeder. Würden sich zwei Dreikantner durchwachsen (Dreikantner und Gegendreikantner), so entstünde ein 6 + 6 Kantner. Legen wir obige dreigliedrigen Oktaeder mit ihren gleichschenkligen Dreiecken an einander, so kommt das zweite Zwillingsgesetz. Man kann auch zwei gleiche Rhomboeder nehmen: legt man diese mit ihren Endkanten in symmetrischer Lage an einander, so sind nur zwei Stellungen möglich: entweder liegen sie einander parallel, oder um 180° gegen einander verdreht (man sagt umgekehrt). Letztere eindeutige Stellung gibt den Zwilling. Gewöhnlich sind beide Rhomboeder verkürzt, man darf daher nur ein Rhomboeder parallel der Fläche des nächsten stumpfern halbiren, und beide Stücke auf der Halbirungsebene um 180° gegen einander verdrehen, so ist der Zwilling fertig. Es wird dadurch im Krystall eine zweigliedrige Ordnung hergestellt. Das steht in auffallender Analogie mit dem Oktaederzwilling des viergliedrigen Systems, der auch eine zweigliedrige Ordnung erzeugt, nur ist dort statt der Schiefendfläche ein augitartiges Paar auf der gemeinsamen Säule pag. 86. Oft wiederholen sich zahllose Platten über einander, die ungeraden gehören dem einen, die geraden dem andern Individuum an. Kalkspath liefert ein gutes Beispiel. Dihexaedrische Systeme sind weniger zu Zwillingsbildungen geneigt. Das erste Hauptgesetz kann hier gar keinen Zwilling geben, weil die Sextanten durch die Flächen schon gleichmäßig ausgefüllt sind. Nur wenn, wie bei manchen Quarzen, die abwechselnden Dihexaederflächen glänzend und matt sind, entstehen jene höchst eigenthümlichen „damascirten" Quarzzwillinge.



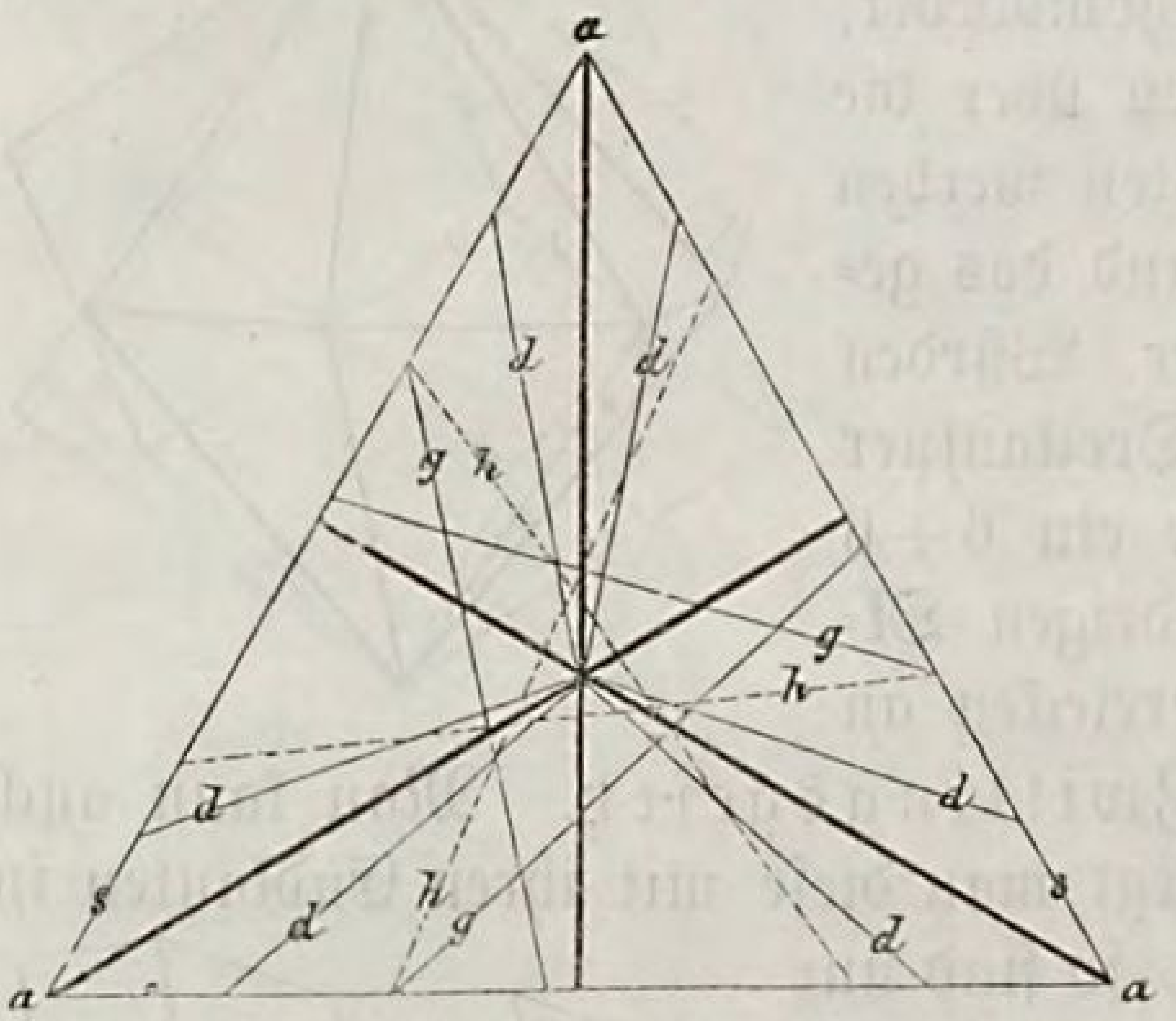




Gyroedrie. Nimmt man das Gyroeder pag. 77 in seiner dreigliedrigen Stellung, so bilden die drei obersten Flächen um die aufrechte trigonale Axe ein sogenanntes **Trigonoeder**, d. h. ein Rhomboeder, woran wie am Kalkspathzwillinge die untere Hälfte gegen die obere um 60°



verdreht steht. Der Körper ist also eine Folge der Drehung, ohne daß man ihm Drehung ansieht. Die darunterliegenden Flächen geben zweierlei d r e i g l i e d r i g e G y r o i d e (Plagieder), Naumann's enantiomorphe Trapezoeder (Leonhard's Jahrb. 1856. 150): ein links- und ein rechts-gewundenes, wovon das eine das Spiegelbild des andern ist. Das Gyroid besteht aus zwei Rhomboederenden, die gegen einander weniger als 60° im Azimuth verdreht sind. Endlich kommt eine 3 + 3kantige Säule. Merkwürdiger Weise glaubte G. Rose (Abh. Berl. Akad.-Wiss. 1844) beim Quarz eine solche Anordnung der Flächen nachweisen zu können. Das wäre eine der glänzendsten Errungenschaften der Krystallographie. Geht man, wie gewöhnlich, vom Sechskantner pag. 87 aus, so entsteht ein sechsgliedriges Gyroid (Diplagieder). Dieß läßt sich wegen seiner vierseitigen Flächen zwar nicht mehr mit 0 und 1 behandeln, allein



man kann es doch auch als aus zwei Plagiedern entstanden denken, dann gäbe es einen tetartoedrischen Körper, wie Naumann wollte. Organischer scheint mir, es an das Gyroeder des regulären Systems anzuschließen. Man darf sich zu dem Ende nur die **Hälfte projiciren**, um sogleich einzusehen, daß im Trigonoeder s, ein Gyroid g, ein Gegengyroid h, und eine 3 + 3kantige Säule d, welche die abwechselnden Kanten der regulären sechsseitigen Säule abstumpft, entsteht. Selbst die gewöhnliche sechsseitige Säule kommt beim Turmalin nur hälftflächig vor, was man Hemimorphie nannte. Ja bei der Kalkspathsäule deuten die Aetzfiguren nach Kobell (Sitzb. Bay. Acad. Wiss. 1862 pag. 7) noch 3 + 3 Seiten an.

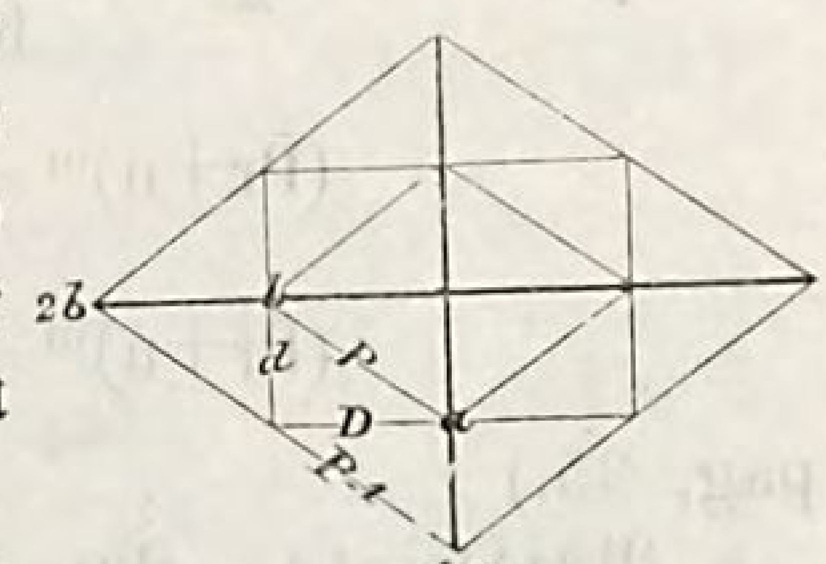
Zweigliedriges System.

Prismatisches oder orthotypes Mohs, rhombisches Naumann, trimetrisches Hausmann.

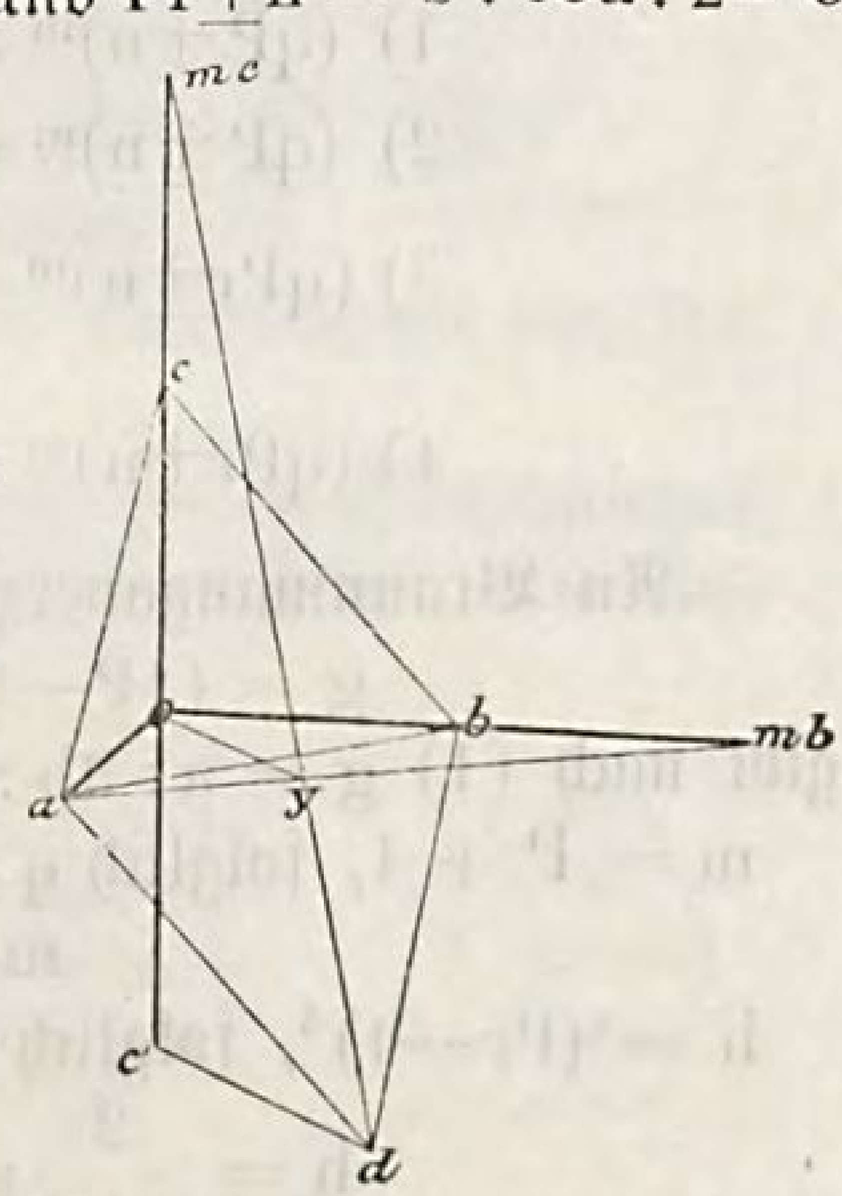
Es hat drei ungleiche rechtwinklige Axen abc, daher auch einundeinaxiges System genannt. Axe c wird immer aufrecht gedacht und Hauptaxe genannt, während von den Nebenaxen a uns zugekehrt von vorn nach hinten und b von links nach rechts geht. Es ist hier nur von geringem Nutzen, aus dem regulären System die Körper abzuleiten, da wir es zu keiner vielseitigern Form als zum Oktaeder a : b : c pag. 30 bringen. Mögen wir die Axen auch schneiden, wie wir wollen, das allgemeinste Zeichen ma : nb : c kann nur mit vier Linien projicirt werden. Allen Oktaedern ist ein einziges rechtwinkliges Hexaid gemein, c : ∞a : ∞b, b : ∞a : ∞c und a : ∞b : ∞c, es sind die dreierlei Flächen, welche die 2 + 2kantigen Ecken abstumpfen. Nur diese drei E i n s sind im Systeme

möglich. Dagegen hat jedes Oktaeder drei ihm zugehörige Paare, von denen nur eins verschiedenen Oktaedern gemeinsam sein kann. Jedes dieser Paare bildet eine rhombische Säule, deren Kante einer der drei Axen parallel geht, daher muß es drei Systeme von Paaren geben: 1stes System geht der Axe c parallel, also $a:nb:\infty c$, für $n=1$ entsteht $a:b:\infty c$ die Säule, von der man ausgeht; 2tes S. geht der b parallel, also $c:ma:\infty b$, und ist auf die vordere (stumpfe) Säulenkante gerade aufgesetzt; 3tes S. $c:nb:\infty a$. Haben wir also ein Oktaeder $a:b:c$, so bilden $a:b:\infty c$, $a:c:\infty b$ und $b:c:\infty a$ die drei zugehörigen Paare, welche für sich ein zweigliedriges Dodekaid pag. 42, mit dreierlei Parallelogrammen geben. Je zwei Paare davon bilden ein Oblongoktaeder. Wir bringen es also blos zu drei einzelnen Flächen, drei Systemen von Paaren (Säulen) und zahlreichen Oktaedern.

Das allgemeine Symbol einer Fläche könnte man man oder nbm schreiben, wo dort am Ende b und hier a weggelassen gedacht würde, stets $c=1$ gesetzt. Naumann bezeichnet das Hauptoktaeder mit einem Buchstaben P (Pyramide), ein Zeichen $mP=mc:a:b$, und $\infty P=\infty c:a:b$. Ist nun eine solche mP festgestellt, so verlängert er die b (Macrodiagonale) bis nb, und zeigt dieß durch einen Querstrich über P an, also $m\bar{P}n=mc:nb:a$. Das andere Mal denkt er die a (Brachydiagonale) bis na verlängert, und zeigt das durch ein Häckchen über P an, also $m\breve{P}n=mc:na:b$. Freilich vergißt man die Bedeutung des Häckchens und Striches leicht wieder. Noch ungleich gesuchter ist die Weise von Mohs: dieser geht auch vom Grundoktaeder $P=a:b:c$ aus, denkt sich dann als nächstes stumpferes das zugehörige Oblongoktaeder d und D, und schreibt um dieses wieder ein Oktaeder $2a:2b:c$, dem er das Symbol $P-1$ gibt, dann muß $P-2=4a:4b:c=a:b:2^{-2}c$, und $P\pm n=a:b:2^{\pm n}c$ sein. Die Paare bezeichnet er mit $Pr=$ Prisma, so daß $\bar{P}r\pm n=a:\infty b:2^{\pm n}c$ und $\breve{P}r\pm n=b:\infty a:2^{\pm n}c$ die zwei zugehörigen Paare zum Oktaeder $P\pm n$ bilden.



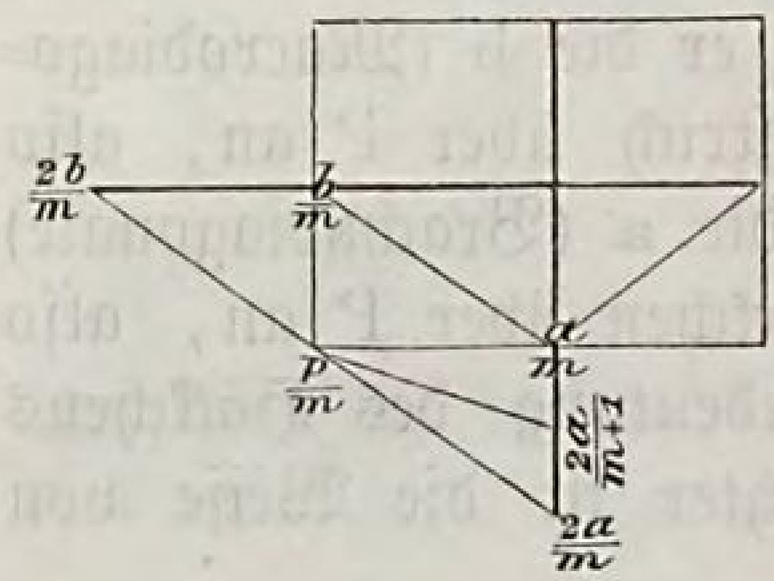
Zur Ableitung weiterer Oktaeder wird nun wie beim viergliedrigen System pag. 84 verfahren. Es sei eine allgemeine Oktaederfläche abc gegeben, wir construiren das Parallelogramm cadb, so ist c'd die digonale Zwischenaxe. Axe oc bis mc verlängert, und von diesem Punkte nach d gezogen, muß die Linie mc:d die Axenebene aob in einem Punkt y treffen, der durch die Proportion $c'd:yo=(m+1)c:mc$ bestimmt werden kann. Es ist aber c'd gleich der digonalen Zwischenaxe d, folglich $y=\frac{m}{m+1}d$; weil ferner y in der



Kantenzone liegt, so muß eine Linie von a nach $\frac{m}{m+1}d$ gezogen die Axe b in mb schneiden. Das abgeleitete Oktaeder hat also den Ausdruck $a:mb:mc = (\bar{P})m$. Ganz auf dieselbe Weise finden wir das andere Oktaeder $ma:b:mc = (\breve{P})m$, weil dort die lange und hier die kurze Nebenaxe verlängert ist. Hätten wir statt des Oktaeders P ein Oktaeder $P\underline{+}n$ gewählt, so wäre $(\bar{P}\underline{+}n)^m = a:mb:2^{\underline{+}n}mc$ und $(\breve{P}\underline{+}n)^m = ma:b:2^{\underline{+}n}mc$ (Charakter. pag. 33). Mohs geht aber noch weiter, er leitet auch aus den Kanten der Oblongoktaeder andere Oktaeder ab. Haben wir demnach zwei Paare

$$\bar{P}r\underline{+}n = a:\infty b:2^{\underline{+}n}c \text{ und } \breve{P}r\underline{+}n = b:\infty a:2^{\underline{+}n}c,$$

und nehmen wir $2^{\underline{+}n}c$ als die Axeneinheit c, so werden die Endkanten dieses Oblongoktaeders in der Kantenzone (a, b) liegen. Jetzt verlängern wir $2^{\underline{+}n}c$ um mmal, dann müssen die Projectionslinien dieser Flächen durch $\frac{a}{m}$ und $\frac{b}{m}$ gehen für die aufrechte Axe $2^{\underline{+}n}c$. Endlich die Oktaederfläche $\frac{2a}{m}:\frac{2b}{m}$ gezogen, muß die Linie $\frac{2a}{m+1}$ zwischen $\frac{a}{m}$ und $\frac{2a}{m}$ gelegen die Axe b in $\frac{2b}{m-1}$ schneiden, weil $\frac{m+1}{2}+\frac{m-1}{2} = m$ ist, nach dem bekannten Kantenzonengesetz, so daß ein Zeichen



$$(\bar{P}r\underline{+}n)^m = \frac{2}{m+1}a:\frac{2}{m-1}b:2^{\underline{+}n}c,$$

$$(\breve{P}r\underline{+}n)^m = \frac{2}{m-1}a:\frac{2}{m+1}b:2^{\underline{+}n}c \text{ wird.}$$ (Characteristik pag. 35.)

Beispiele. Zur Uebertragung der Mohs'schen in die Weiß'schen Formeln braucht man nur folgende 4 allgemeinste Ausdrücke:

1) $(q\bar{P}\underline{+}n)^m = a:mb:mq2^{\underline{+}n}c.$

2) $(q\breve{P}\underline{+}n)^m = ma:b:mq2^{\underline{+}n}c.$

3) $(q\bar{P}r\underline{+}n)^m = \frac{2}{m+1}a:\frac{2}{m-1}b:q2^{\underline{+}n}c.$

4) $(q\breve{P}r\underline{+}n)^m = \frac{2}{m-1}a:\frac{2}{m+1}b:q2^{\underline{+}n}c.$

Am Braunmanganerz (Pogg. Ann. 7. 225) ist

$$g = (\tfrac{4}{3}\bar{P}-2)^3, \text{ folgl. } q = \tfrac{4}{3},\ n = -2,\ m = 3,$$

gibt nach (1) $g = a:3b:3\cdot\frac{4}{3}\cdot 2^{-2}c = a:3b:c.$

$m = P+1$, folglich $q = m = n = 1$, deßhalb geben Formel (1 und 2)

$$m = a:b:2c.$$

$h = (\bar{P}r-1)^3$, folglich in Formel (3) $q = 1$, $n = -1$, $m = 3$, gibt

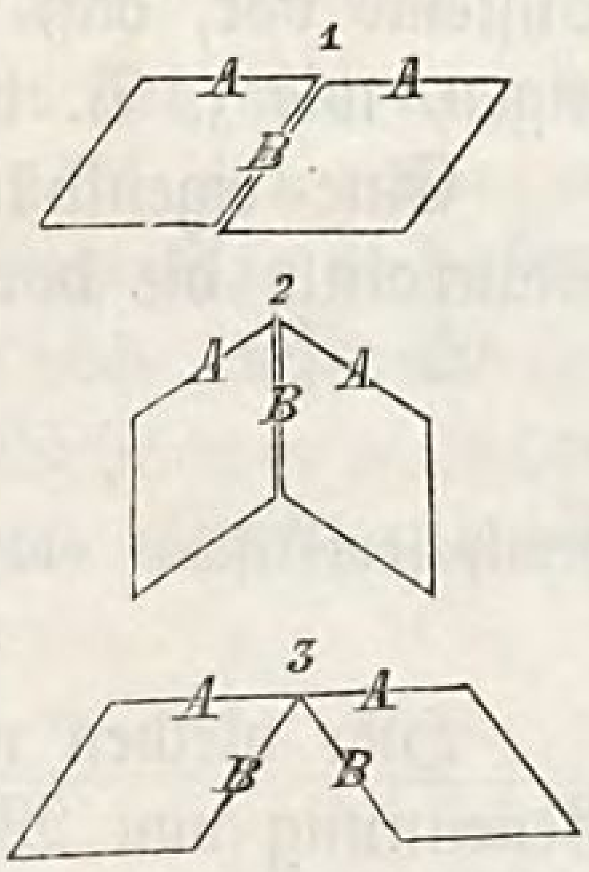
$$h = \frac{2}{3+1}a:\frac{2}{3-1}b:2^{-1}c = \tfrac{1}{2}a:b:\tfrac{1}{2}c.$$

$c = (\frac{6}{5}\breve{P}r - 1)^3$, folglich in Formel (4) $q = \frac{6}{5}$, $n = -1$, $m = 3$, gibt

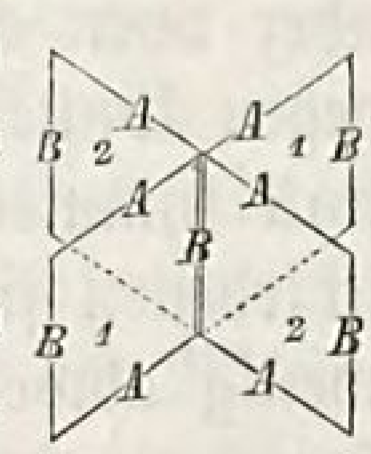
$$c = \frac{2}{3-1}a : \frac{2}{3+1}b : \tfrac{6}{5} \cdot 2^{-1}c = a : \tfrac{1}{2}b : \tfrac{3}{5}c.$$

Hemiedrie kommt zwar selten im zweigliedrigen Systeme vor, allein es gibt doch eine ausgezeichnete tetraedrische beim weinsteinsauren Kali (Weinstein, Tartarus), Haidinger nennt die zweigliedrigen Tetraeder pag. 28 daher **Tartaroide**, Naumann Rhombische **Sphenoide.** Vergleiche auch Zinkvitriol, Bittersalz, Braunmanganerz ꝛc. Pyritoedrische kann nicht vorkommen, weil überhaupt nur Paare parallel einer der Axen gehen.

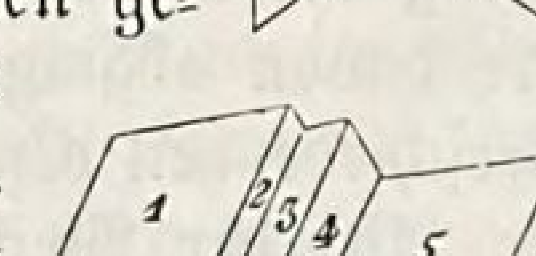
Zwillinge spielen eine ausgezeichnete Rolle, sie richten sich gewöhnlich nach den rhombischen Säulen: die Krystalle haben irgend eine Säulenfläche gemein, und liegen umgekehrt, sie wachsen in dieser Stellung entweder aneinander, oder durcheinander. Man macht sich am leichtesten die Sache mit zwei einfachen rhombischen Säulen klar: Im 1sten Falle liegen beide parallel nebeneinander, und das ist kein Zwilling; im 2ten Falle haben sie B gemein, und A liegt umgekehrt, oder man sagt auch, das eine Individuum sei um das andere um 180° verdreht; im 3ten Falle haben sie A gemein, d. h. dieselben spiegeln, und die B liegen umgekehrt. Da aber im zweigliedrigen System A=B ist, so sind die Fälle 2 und 3 von einander nicht verschieden. Die Symmetrie bringt es mit sich, daß in der Ausdrucksweise „umgekehrt" nichts Zweideutiges liegt.



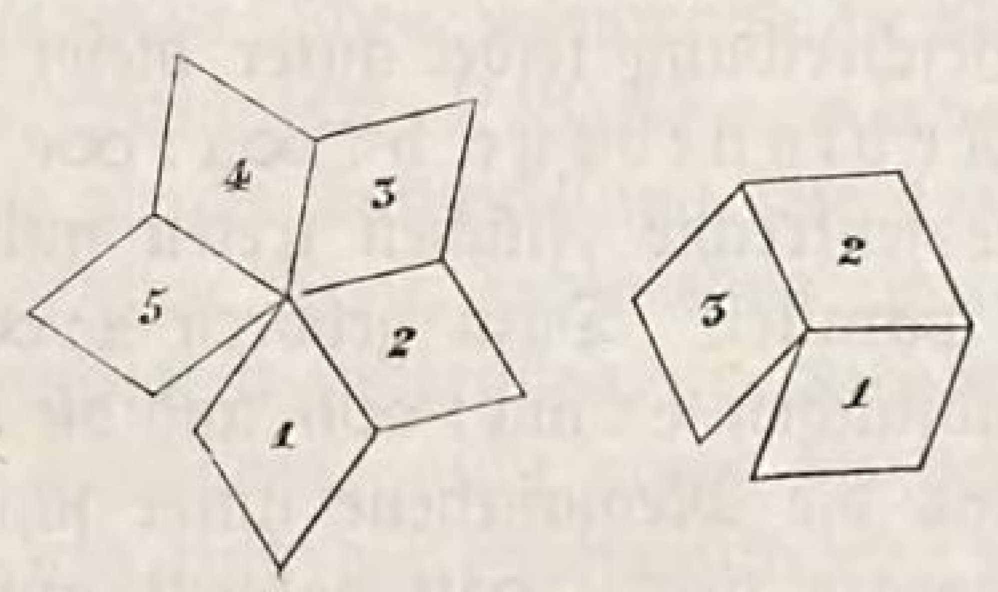
Wachsen die Individuen in ihrer Zwillingsstellung durch einander, so fallen die Unterscheidungsmerkmale der beiden Fälle ganz weg, es ist ein und dasselbe Zwillingsgesetz.



Häufig reihen sich die Individuen in großer Zahl an einander, aber so daß die ungerader Zahl 1357 denen gerader Zahl 2468 parallel gehen. Es sind im Grunde nur zwei Individuen, welche sich in einander schränken. Nicht selten verengen sich die zwischenliegenden, werden oft so fein, daß sie nur an Streifungen erkannt werden, und zu der Meinung verleiten, man habe nur ein Individuum vor sich. Aragonit liefert vortreffliche Beispiele.



Drillinge bilden nur eine einfache Fortsetzung des Hauptgesetzes, und es hängt lediglich von der Größe des Säulenwinkels ab, wie viele sich um einen Punkt schaaren können. Beim Aragonit beträgt z. B. der Säulenwinkel 116° und 64°: schaaren sich also mit dem stumpfen Winkel drei Individuen, so bleibt noch ein Raum von 360—3 · 116 = 12°, in welches kein vollständiges viertes mehr geht; mit



scharfem Winkel können sich dagegen 5 an einander legen, und es bleibt noch ein Raum von $360 - 5 \cdot 64 = 40^0$, in welchen kein vollständiges sechstes hinein paßt. Siehe noch den Binarkies. Uebrigens brauchen die Individuen sich nicht blos um einen Punkt anzuhäufen, sondern jedes kann wieder zu neuen Anlagerungen Anlaß geben, sie durchwachsen sich, und legen uns so eine Menge Schwierigkeiten in den Weg, die wir nicht immer zu durchschauen im Stande sind. Beträgt der stumpfe Säulenwinkel 120^0, oder kommt er diesem nahe, so füllen drei Individuen mit ihren stumpfen Winkeln den Raum vollkommen aus; verwischen sich dann die Zwillingsgrenzen, so entsteht eine reguläre sechsseitige Säule, und vollständige sechsgliedrige Entwickelung. So ist es z. B. beim Silberkupferglanz, Arsenikkies, Chrysoberyll. Es wird auch hier durch den Drilling eine höhere Symmetrie hingestellt. Selten kommt es bei einem Systeme vor, daß sich nach verschiedenen Säulen Zwillingsverwachsungen zeigen, wie z. B. beim Arsenikkies und Binarkies.

Eine eigenthümliche Bewandtniß hat es mit dem Kreuzstein und Staurolith, die dort nachzusehen sind.

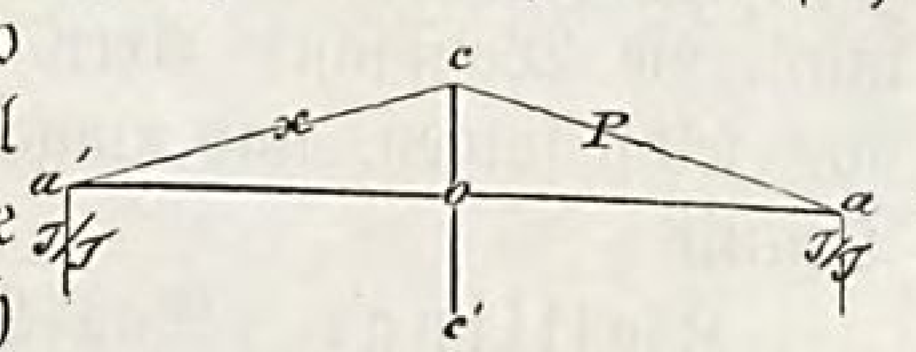
Zweiundeingliedriges System.

Hemiprismatisches oder Hemiorthotypes Mohs, Monoklinoedrisches Naumann, Hemirhombisches, Kinorhombisches, Augitisches.

Hier bleiben nur noch Paare und Einzelflächen, daher die passendste Benennung von Weiß. Wie wir pag. 33 sahen, steht die Hauptaxe c häufig etwas schief gegen A, aber noch rechtwinklig auf b. Dreht man daher die Krystalle um die Axe b, so bleiben sie links wie rechts, sind aber vorn anders als hinten. Insofern ist die Richtung b einzig, dagegen können die Axen A und c in der Axenebene Ac, welche den Krystall symmetrisch halbirt, verschieden gewählt werden. Unter diesen verschiedenen finden sich aber gewöhnlich zwei, welche vom senkrechten nur wenig abweichen, und diese wählte Weiß zuerst als Axen, bis dann Spätere davon abgingen, und ganz schiefe an ihre Stelle setzten. Daher die Verschiedenheit der Darstellung, welche das Verständniß nicht wenig hemmt.

Bei der Weiß'schen Axenwahl ist Winkel Aoa immer nur ein sehr kleiner, wir dürfen daher in den Symbolen die Unterschiede ganz vernachlässigen und statt der Fläche $\frac{A}{\mu}$ die alte Bezeichnung $\frac{a}{\mu}$ beibehalten, obgleich wir nach Anleitung von pag. 63 $\frac{a}{\mu + k}$ setzen müßten. Die rohe Beschreibung leidet unter dieser Vertauschung nicht. Vor allem steht die Medianebene $b : \infty a : \infty c$ (Längsfläche) fest, und sämmtliche gegen sie senkrechte Flächen treten nur ein einziges Mal auf, sie gehen der Axe b parallel. Dazu gehören $a : \infty b : \infty c$, $c : \infty a : \infty b$, die vordern Schiefendflächen $c : ma : \infty b$ und die hintern Gegenflächen $c : ma' : \infty b$. Alles was die Medianebene unter schiefen Winkeln schneidet, also symmetrisch dagegen liegt, tritt doppelt auf, bildet augitartige Paare (kurz

Augitpaare), Hauy's »sommet diëdre« (Diedron). Nur eines dieser Paar-Systeme geht der Hauptaxe parallel, das wird zur Säule a : b : ∞c genommen, von der man gewöhnlich ausgeht. In der Wahl der Säule weichen die Schriftsteller selten von einander ab, weil in der Regel dieselbe sich vor allen andern Augitpaaren ausdehnt, doch liegt im Allgemeinen kein genügender Grund vor, welches Paar man zur Säule wählen soll. Steht also die Medianebene, welche den Krystall symmetrisch theilt, und die Säule fest, so ist damit die Richtung der Axe b (senkrecht auf die Medianebene) und die der Axe c (der Säulenkante von a : b : ∞c entsprechend) gegeben, nur in der dritten a ist noch verschiedene Wahl möglich. Diese a hängt lediglich von den Schnitten ab, in welchen die Schiefendflächen und Augitpaare die Medianebene treffen. Wir dürfen daher die Schnitte nur auf der Medianebene ziehen, um von der Sache eine klare Vorstellung zu gewinnen, z. B. **Feldspath**: derselbe bildet eine geschobene Säule T/T = a : b : ∞c, deren Kante der Richtung von cc' entspricht; der zweite Blätterbruch (Medianebene) M = b : ∞a : ∞c stumpft die scharfe Säulenkante gerade ab, folglich steht Axe b senkrecht auf M und Axe c. Die Schiefendfläche P = a : c : ∞b entspricht dem ersten Blätterbruch und ist vorn, die hintere Gegenfläche x = a' : c : ∞b hinten auf die stumpfe Säulenkante gerade aufgesetzt. Macht man sich nun den Aufriß in der Medianebene M, so muß die Axe cc' der Säulenkante T/T parallel gehen. Die Linien P und x sind die Schnitte der Endflächen mit der Medianebene, durch Rechnung findet man ihre Neigung gegen die Axe c pag. 66: P zu c macht 63° 53' und x zu c 65° 47'. Wären beide Neigungen gegen Axe c gleich, so würde aa' gegen cc' senkrecht gezogen im Punkte o halbirt werden. Jetzt aber muß der Winkel aoc etwas größer sein als a'oc, sonst kann die Linie in o nicht halbirt werden. Das ganze Problem läuft also auf folgenden einfachen Satz hinaus: sind mir in der Medianebene zwei beliebige Linien ac und a'c gegeben, und ziehe ich im Winkel aca' eine beliebige Hauptaxe cc', so kann ich durch einen beliebigen Punkt o eine Axe aa' d. h. eine Linie aa' legen, die in o halbirt wird.



Naumann wählt beim Feldspath das vordere Augitpaar m, und das hintere o, deren Mediankanten sehr verschieden gegen die Hauptaxe geneigt sind, weßhalb die Axe a hinten mit c einen Winkel von 63° 53' macht, also um 26° 7' von einem rechten Winkel abweicht, während unsere Axenwahl hinten mit einem Winkel von 88° 50' nur um 1° 10' vom rechten abweicht. Nun werden zwar bei der Naumann'schen Axenwahl die Ausdrücke der Flächen etwas einfacher, weil Schiefendfläche P Basis c : ∞a : ∞b ist, allein da das Feldspathsystem ganz die gleiche Entwickelung wie Hornblende, Augit, Epidot zeigt, wo die Weiß'schen Axen, wenn etwa, so doch nur um ein Minimum von der Rechtwinkligkeit abweichen, so wird man den großen Vortheil, den rechte Winkel gewähren, nicht gegen die vagen schiefwinkligen aufgeben wollen. Denn vag sind die schiefwinkligen, weil

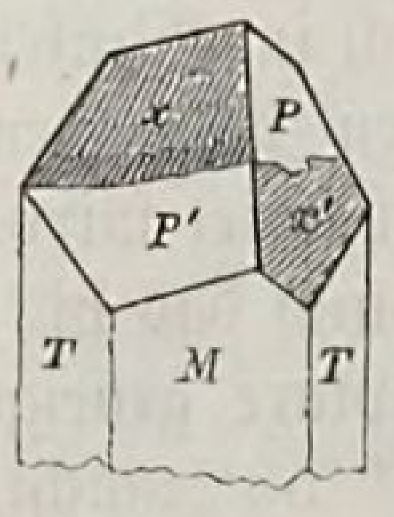
ich mit demselben Rechte und Vortheil auch ganz andere als Naumann nehmen dürfte, während die Weiß'sche Wahl meist nur ein einziges Mal getroffen werden kann, und insofern etwas Zwingendes hat. Von der Priorität und den zahllosen lehrreichen Beziehungen gar nicht zu reden, welche Weiß gerade im Feldspath mit so viel Genialität uns dargelegt hat.

Mohs nennt, wie wir pag. 33 sahen, den Winkel, welchen das Perpendikel von c auf a gefällt mit der Axe c macht, die Abweichung. Das ist nun zwar ganz gegen die gewöhnliche Vorstellung, es ist aber glücklicher Weise die gleiche Winkelgröße, um welche der Axenwinkel a c von einem rechten abweicht. Naumann nennt das 2 + 1gliedrige Oktaeder mit 2 Augitpaaren klinometrische Pyramide $\pm$P; —P bezeichnet das vordere und +P das hintere Paar. Man sollte hier auch wieder nach Vorgängen von Hauy und Weiß die umgekehrte Bezeichnung erwarten.

+mP = mc : a' : b, und —mP = mc : a : b;
+mPn = mc : a' : nb, —mPn = mc : a : nb;
+(mPn) = mc : na' : b und —(mPn) = mc : na : b.

Die Axen a b c sind hier wie bei Weiß gedacht, nur mit dem Naumann'schen Axenwinkel a c. Wollen wir es daher auf die Weiß'schen Zeichen zurückführen, so müssen wir uns in den einzelnen Fällen eine Projection entwerfen, und darauf irgend einem Oktaeder, aus welchem man deduciren kann, die Weiß'schen Axen unterlegen, woraus dann die andern Zeichen von selbst folgen, und umgekehrt. Beispiele siehe beim Feldspath, Epidot, Titanit.

Zwillinge. Das Hauptgesetz beruht darauf, daß die Zwillinge die zweigliedrige Symmetrie herstellen: die Krystalle haben also die Säule gemein und liegen mit ihren Enden umgekehrt. Es spiegelt dann alles ein, was in der Säulenzone liegt, namentlich auch die Medianebene beider Individuen, und es ist dabei gleichgültig, ob die Individuen durch einander wachsen, oder sich mit dieser oder jener Fläche aus der Säulenzone an einander legen. In Drusen des Granites der Fuchsberge bei



Striegau in Schlesien kommen prachtvolle **Feldspathzwillinge** mit Periklin und Epidot vor, woran am Ende der einspiegelnden Säulenflächen TMT die Flächen P und x ein so vollkommen ausgeglichenes Dach bilden, daß man das Mineral für 2gliedrig halten würde, wenn nicht die matten xx' und glänzenden PP' auf die richtige Spur führten. Man möchte sagen, Natur weise hier mit Fingern darauf hin, daß P analog den 2gliedrigen Paaren (und nicht deren Geradendflächen) zu nehmen sei. Aehnliches wiederholen Hornblende, Augit, Gyps. Zuweilen haben die Individuen eine der Schiefendflächen gemein (Epidot, Cyanit, Titanit), es spielt dann aber immer noch die Medianebene ein. Blos bei dem Bavenoer Zwillingsgesetz des Feldspaths spielt die Medianebene nicht ein, diese Verwachsungen haben aber immer eine Neigung zur Vierlingsbildung, wodurch sogar eine viergliedrige Ordnung erreicht wird. Siehe Feldspath, Schwefel. Da die Zwillingsebene, mit welcher die Individuen verwachsen,

etwas Zufälliges ist, so kann man sagen, die Krystalle haben eine Fläche aus der Vertikalzone gemein, und liegen umgekehrt: beim Feldspath kann das die Fläche k = a : ∞b : ∞c (Carlsbader) oder P. = a : c : ∞b (Manebacher) sein. Wenn zwei Manebacher sich kreuzen, so entsteht ein Vierling.

Eingliedriges System.

Anorthotypes Mohs, Di- und Triklinoedrisches Naumann oder kürzer Di- und Triklines, Tetartoprismatisches, Tetartorhombisches.

Hier bleibt nun keine Fläche der andern mehr gleich, und wir müssen die Axen mit a a′ b b′ auszeichnen, um die Lage in den viererlei Oktanten ausdrücken zu können. Mit dem Worte „Fläche" ist Alles bezeichnet, und es bedarf nicht der schwülstigen Kunstsprache Tetartopyramiden, Hemidoma, Hemiprisma 2c. Axinit und Kupfervitriol liefern die unsymmetrischsten Beispiele, wiewohl man erstern, weil M/P 90° 5′ bildet, als diklinometrisch nehmen könnte. Die eingliedrigen Feldspäthe (Albit, Anorthit 2c.) haben durch ihre Analogie mit dem 2 + 1gliedrigen Kalifeldspath noch ein besonderes Interesse, da sie häufig als Zwillinge mit Wiederholung der Individuen vorkommen. Dieselben stellen zunächst eine 2 + 1-gliedrige Ordnung her. Letztere Ordnung verwächst dann wieder nach den Zwillingsgesetzen des gewöhnlichen Feldspaths, so gelangen wir zuletzt zur zweigliedrigen, ja selbst viergliedrigen Ordnung. Die Substitution rechtwinkliger Hülfsaxen ist nicht mehr praktisch, und es scheint am besten, die Winkel mittelst Trigonometrie auszurechnen.

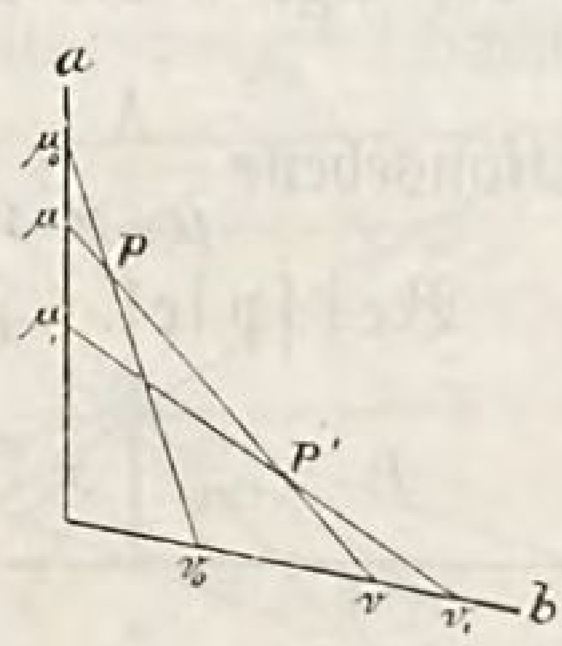
Hauy's Bezeichnungsweise.

Sie ist noch heute in Frankreich und England die gangbarste, und beruht auf der Eigenschaft, daß sämmtliche Kanten eines Krystalls von einer beliebigen Krystallfläche unter rationalen Verhältnissen geschnitten werden. Beweisen wir diesen Satz allgemein für **rechtwinklige** Axen.

Kantenschnittformel. Gegeben sei eine beliebige Linie $\mu a : \nu b$, diese werde von $\mu_0 a : \nu_0 b$ und $\mu_, a : \nu_, b$ in p und $p_,$ geschnitten, so ist das Stück zwischen

$$pp_, = \frac{\mu\mu_0\nu_, (\nu_0 - \nu) + \mu_0\mu_,\nu(\nu_, - \nu_0) + \mu\mu_,\nu_0 (\nu - \nu_,)}{(\mu_0\nu - \mu\nu_0)\ (\mu_,\nu - \mu\nu_,)} \sqrt{\mu^2 a^2 + \nu^2 b^2}.$$

Denn es ist nach der Zonenpunktformel pag. 45



$$p = \frac{\mu\mu_0\ (\nu - \nu_0)}{\mu_0\nu - \mu\nu_0} a, \frac{\nu\nu_0\ (\mu_0 - \mu)}{\mu_0\nu - \mu\nu_0} b = ma, nb;$$

$$p_, = \frac{\mu\mu_,\ (\nu - \nu_,)}{\mu_,\nu - \mu\nu_,} a, \frac{\nu\nu_,\ (\mu_, - \mu)}{\mu_,\nu - \mu\nu_,} b = m_, a, n_, b.$$

$$pp_, = \mu\nu - \mu p - \nu p_,; \quad \mu\nu = \sqrt{\mu^2 a^2 + \nu^2 b^2}.$$

$$\mu p = \sqrt{n^2 b^2 + (\mu - m)^2 a^2} = \frac{\nu_0\ (\mu_0 - \mu)}{\mu_0\nu - \mu\nu_0} \sqrt{\mu^2 a^2 + \nu^2 b^2};$$

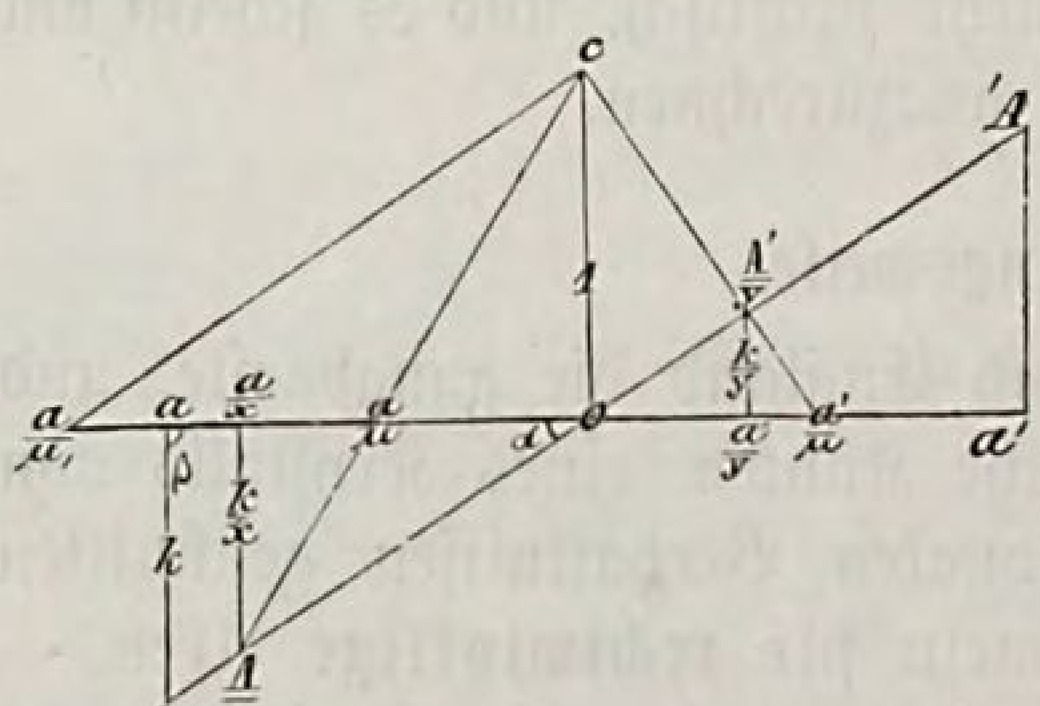
$$\nu p_, = \sqrt{m_, a^2 + (\nu - n)^2 b^2} = \frac{\mu_,\ (\nu - \nu_,)}{\mu_,\nu - \mu\nu_,} \sqrt{\mu^2 a^2 + \nu^2 b^2},$$ woraus sich $pp_,$ wie

oben ergibt. Es ist darin nur das Grundverhältniß der Linie $\mu\nu$ irrational, das Vorzeichen derselben rational.

Gewöhnlich braucht man die Formel in dieser Allgemeinheit nicht, sondern setzt $\nu_0 = 0$, dann fällt p mit dem Punkte μ zusammen, und $\mu p_, = \frac{\nu_, (\mu_, - \mu)}{\mu_, \nu - \mu \nu_,} \sqrt{\mu^2 a^2 + \nu^2 b^2}$. Setzen wir darin $\mu = \nu = 1$, $\nu_, = -1$, so ist $\mu p_, = \frac{1 - \mu_,}{1 + \mu_,} \sqrt{a^2 + b^2}$, der bekannte Satz über die Theilung des Dreiecks pag. 72. Diese rationalen Schnitte sind Folge der Deduction.

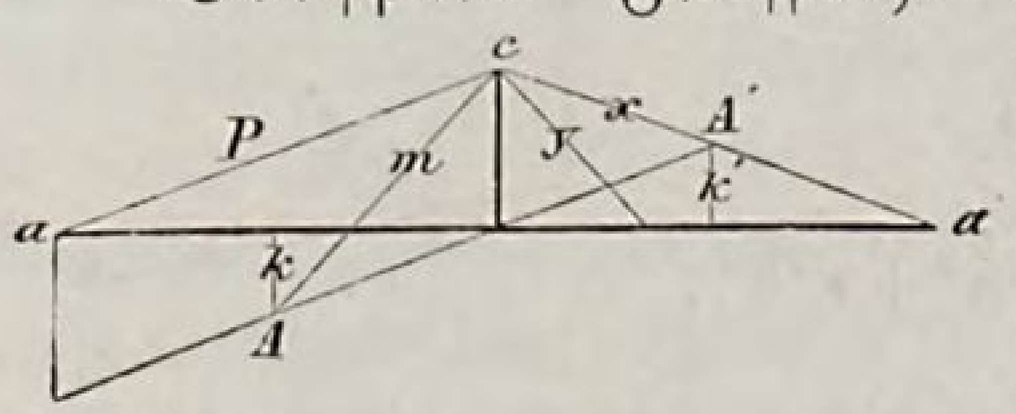
Nimmt man nun z. B. ein beliebiges Hexaid, so wird das Oktaid die Kanten der Ecke unter irgend einem irrationalen Grundverhältniß A : B : C abstumpfen, jede andere deducirte Fläche muß diese irrationalen unter rationalen Verhältnissen schneiden. Die ganze Aufgabe läuft daher darauf hinaus, zu bestimmen, wie eine Fläche, welche drei bekannte Kanten unter bekannten Verhältnissen schneidet, die den Kanten zugehörigen Axen schneidet. Zur Lösung bedient man sich mit Vortheil folgenden Satzes über die Vertauschung der Projectionsebene:

Wollen wir Flächen, die auf die Geradendfläche projicirt sind, auf eine beliebige andere Fläche projiciren, so legen wir die neue Projectionsebene durch den Mittelpunkt des Krystalls, und verfahren wie beim 2 + 1gliedrigen System



pag. 63. Soll die Kante $c : \frac{a}{\mu}$ auf die Fläche $c : \frac{a}{\mu_,}$ projicirt werden, so lege diese durch den Mittelpunkt o nach oA, ziehe $\varkappa$ der Axe c parallel, so ist $\varkappa = A \sin \alpha$, falls Axe c auf a rechtwinklig steht, falls schiefwinklig $\varkappa = \frac{A . \sin \alpha}{\sin \beta}$. Folglich $\frac{\varkappa}{x} : \frac{a}{x} - \frac{a}{\mu} = 1 : \frac{a}{\mu}$; $x = \mu - \varkappa$; hinten $y = \mu + \varkappa$. Ebenso findet man in der Axe b die $x = \nu \mp \lambda$. Eine Fläche $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ hat also in der neuen Projectionsebene $\frac{A}{\mu + \varkappa} : \frac{B}{\nu + \lambda}$, und umgekehrt eine Fläche $\frac{A}{\mu} : \frac{B}{\nu}$ wird $\frac{a}{\mu + \varkappa} : \frac{b}{\nu \mp \lambda}$.

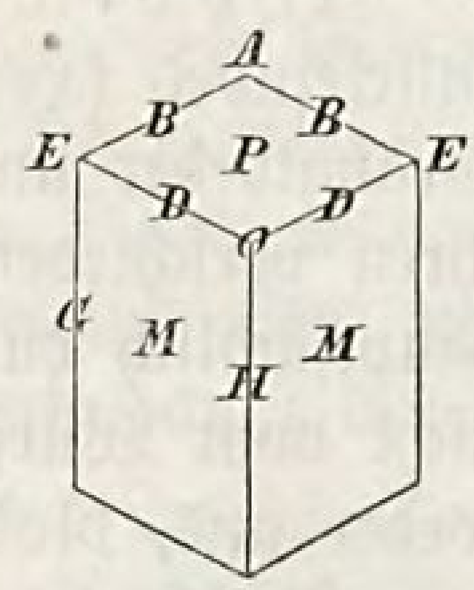
Beispiel. Feldspath. Naumann nimmt den Blätterbruch P als Basis, setzt die hintern $o = +P = A : B' : C$ und die vordern $m = -P = A : B : C = 0{,}844 : 1 : 1{,}518 = 1 : 1{,}185 : 1{,}8$; $P/c = 63^0\ 53'$. Man darf nicht übersehen, daß jetzt gegen die Ordnung im Zweigliedrigen



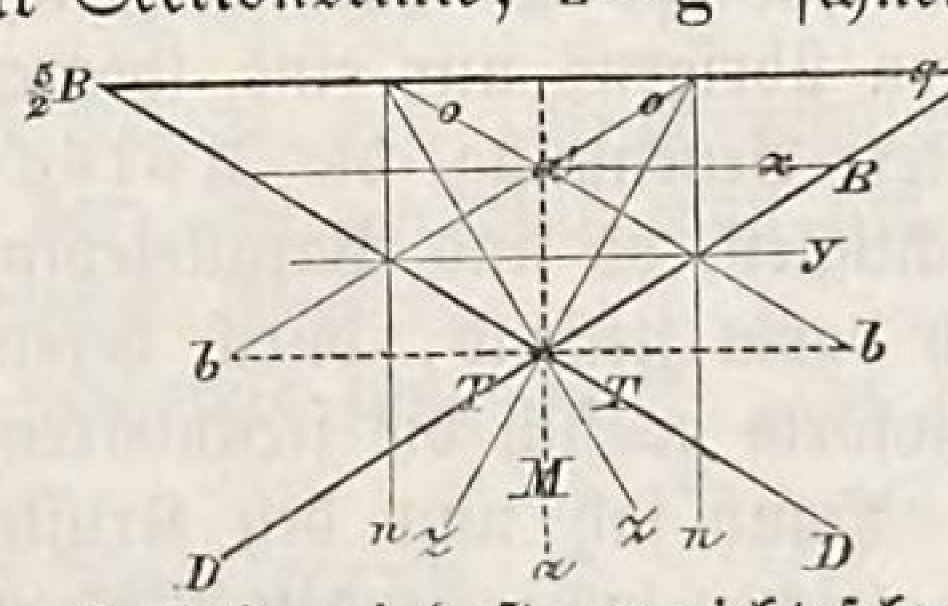
die Klinodiagonale B, und die Orthodiagonale C (Naumann, Lehrbuch der Mi-

neralogie 1828 tab. II fig. XXII) heißt. Nach Weiß'schen Axen ist $a/c = 91^0 10'$, folglich $\alpha = 24^0 57'$, $\beta = 88^0 50'$, gibt $\varkappa = \frac{1,185 . \sin 24^0 57'}{\sin 88^0 50'} = \frac{1}{2}$. Da für diesen Fall $\lambda = 0$, so wird $o = \frac{a'}{1 - \frac{1}{2}} : b : c = 2a' : b : c$; $m = \frac{a}{1 + \frac{1}{2}} : b : c = \frac{2}{3}a : b : c$; $n = (2P\infty) = 2A : C : \infty B = 2C : B : \infty A (W.) = C : \frac{1}{2}B : \infty A = c : \frac{1}{2}b : \frac{a}{0 + \frac{1}{2}}$ $= c : \frac{1}{2}b : 2a$; $x = P\infty = A : B' : \infty C = A' : C : \infty B (W.) = \frac{a'}{1 - \frac{1}{2}} : c : \infty b =$ $2a' : c : \infty b$; $y = 2P\infty = 2A : B' : \infty C = 2C : A' : \infty B (W.) = \frac{1}{2}A' : C : \infty B =$ $\frac{a'}{2 - \frac{1}{2}} : c : \infty b = \frac{2}{3}a' : c : \infty b$; $t = -2P\infty = 2A : B : \infty C = 2C : A : \infty B (W.)$ $= \frac{1}{2}A : C : \infty B = \frac{a}{2 + \frac{1}{2}} : c : \infty b = \frac{2}{5}a : c : \infty b$; $P = 0P = A : \infty B : \infty C =$ $C : \infty A : \infty B (W.) = c : \frac{a}{0 + \frac{1}{2}} : \infty b = c : 2a : \infty b$ rc. Daraus leuchtet ein, daß A (Naumann) = c (Weiß), $C(N) = \frac{1}{2}b(W.)$ und $B(N) = \frac{1}{2}a(W.)$ zu setzen sei, um die Weiß'schen Axenzeichen zu bekommen.

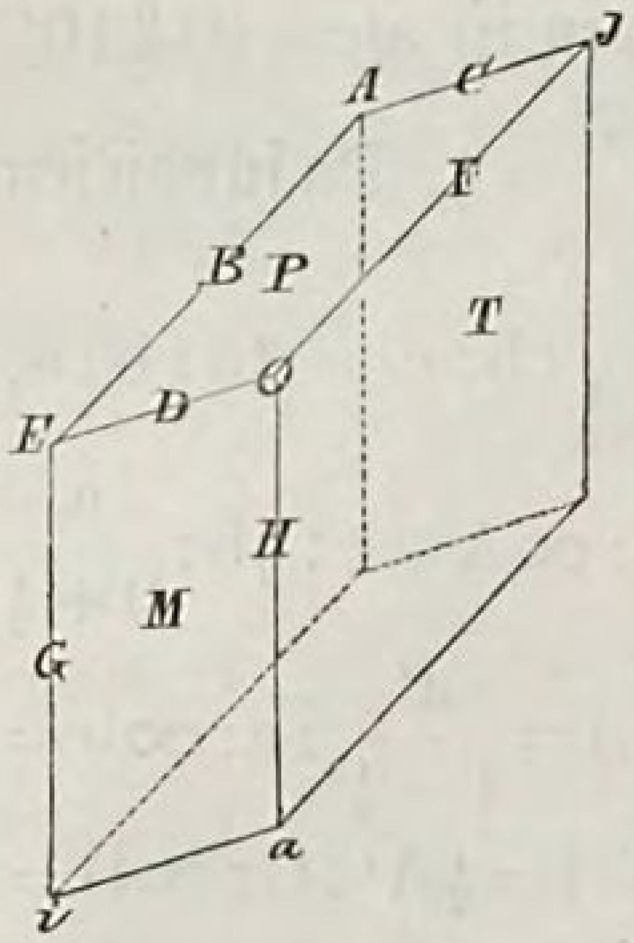
Franzosen und Engländer gehen beim Feldspath vom Hendyoeder MMP aus, und bezeichnen die Kanten und Ecken wie Haüy, aber mit kleinen Buchstaben. Der Uebelstand ist nur der, daß man leicht vergißt, auf welche Kantenschnitte ihr Symbol deute. Meist ist die aufrechte Kante G unserer Axe c entsprechend in der Einheit gedacht. Es bedeutet also a^1 den Kantenschnitt



$B : B : H$ in der Ecke A; $a^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}B : \frac{1}{2}B : H$, $a^{\frac{3}{2}} = \frac{3}{2}B : \frac{3}{2}B : H$; $g^1 = B : D : \infty G$, $g^2 = D : \frac{1}{2}B : \infty G$ oder $\frac{1}{2}D : B : \infty G$, denn in diesen Zeichen der Säule ist keine Verwechselung möglich; $b^{\frac{1}{2}} = H : \frac{1}{2}B : \infty B$, $e^{\frac{1}{2}} = G : \frac{1}{2}B : D$ rc. Um nun diese Ausdrücke auf Axen zu beziehen, dürfen wir nur das Hendyoeder auf P projiciren, wir bekommen dann sofort die Naumann'schen Axenausdrücke. Denn in den Linien BD liegen jetzt die Kanten B und D, und in der aufrechten Axe c die G und H. Fläche $x = a^1$ schneidet $B : B$; $y = a^{\frac{1}{2}}$ schneidet $\frac{1}{2}B : \frac{1}{2}B$; $q = a^{\frac{3}{2}}$ schneidet $\frac{3}{2}B : \frac{3}{2}B$; $M = g^1$ hat Axe aa' zur Sectionslinie; $z = g^2$ schneidet $\infty C : B : \frac{1}{2}D$; $o = b^{\frac{1}{2}}$ schneidet $\frac{1}{2}B : \infty B$;



$n = e^{\frac{1}{2}}$ schneidet $\frac{1}{2}B : \frac{1}{2}D$ rc. Man sieht leicht ein, es sind statt der Axen a und b die Linien BD, in welchen die Säulenflächen T die P schneiden, genommen. Die Symbole empfehlen sich durch ihre Einfachheit, und sind mindestens nicht schwieriger zu verstehen, als die Symbole mehrerer deutschen Mineralogen. Ja



wenn Einfachheit der Axen allein entscheiden würde, worauf Frankenheim (Pogg. Ann. 1855, 95. 347 u. 97. 337) ein übermäßiges Gewicht legt, so müßte man diese unbedingt den Naumann'schen vorziehen.

Hauy ging übrigens nicht vom Hendyoeder, sondern von den drei Blätterbrüchen PMT aus, welche ein Henhenoeder bilden, machte aber auf die Symmetrie der Krystalle wohl aufmerksam. Fläche y $= \overset{1}{J} = C : F : G$. Axe c entspricht also den Kanten G und H; Axe a fällt mit Kante P/M zusammen; nur Kante P/T, der Sectionslinie von T entsprechend, fällt außerhalb der dritten Axe. Hauy nahm also G als Einheit unserer Axe C; $\frac{1}{2}$a für die Kantenlängen M/P=D, und $\frac{1}{2}B = \frac{1}{2}F$ für die von P/T. Daher muß $x = \overset{2}{J} = G : 2C : 2F$ durch Axe a' gehen; $q = \overset{3}{J} = G : 3C : 3F$ durch $\frac{3}{2}$a'; $n = \overset{1}{C} = G : F : \infty C$. Versteht man also das Zeichen, so ist durch einen bloßen Linienzug auf der Projection die Aufgabe gelöst, mehr kann man nicht wünschen. Nur das Zeichen macht einige Schwierigkeiten. Doch sind wir es dem Gründer der Krystallographie schuldig, der Auseinandersetzung ein Wort zu widmen. Hauy unterscheidet zweierlei Formen.

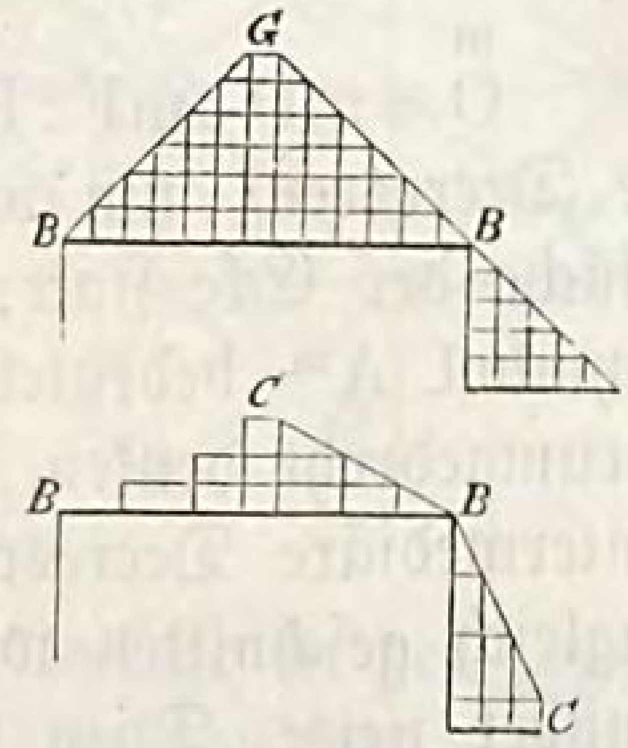
1) Formes primitives (Kernformen), es waren sechs: Parallelepiped (Hexaid), Oktaeder, Tetraeder, reguläre sechsseitige Säule, Granatoeder und Dihexaeder. Besonders spielten die ersten beiden mit ihren verschiedenen Winkeln eine Hauptrolle. Er wurde in der Wahl hauptsächlich durch den Blätterbruch geleitet: so ging er beim Flußspath nicht vom Würfel, sondern vom Oktaeder, bei der Blende vom Granatoeder aus, blos wegen der Blättrigkeit.

2) Molécules intégrantes sind dreierlei: die 4flächigen Tetraeder; das 5flächig dreiseitige Prisma mit Geradendfläche; die sechsflächigen Parallelepipede. Es sind die einfachsten Raum umschließenden Körper, auf welche man durch weitere Theilung der Primitivformen kommt. So zerfällt z. B. das Rhomboeder durch die drei Hauptschnitte, welche der 2ten sechsseitigen Säule parallel gehen, in 6 Tetraeder. Das Granatoeder durch 6 von den vierkantigen Ecken aus bis zum Mittelpunkt geführte Spalten in 4 congruente Rhomboeder. Die Spalten müssen den 6 Krystallräumen parallel geführt werden. Diese integrirenden Molekule haben übrigens nur eine theoretische Bedeutung. Dagegen ist noch eine weitere Benennung, die Molécules soustractives, von praktischer Wichtigkeit, es sind Parallelepipede meist der Primitivform ähnlich, oder doch darin steckend, durch deren Aufthürmung auf die Flächen der Primitivform er sich die secundären Flächen entstanden dachte.

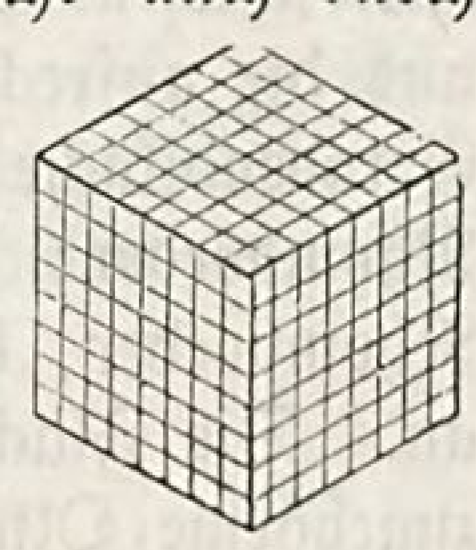
Hauy sah nun den Krystall als einen Complex von lauter unter sich gleichen integrirenden Moleculen an, die sich zu subtractiven gruppiren. Letztere liegen alle unter einander parallel, und erzeugen so den Blätterbruch. Die integrirenden müssen außerordenlich klein gedacht werden, in

ihnen haben nur noch die Molécules élémentaires Platz, aus welchen die chemischen Stoffe bestehen. Den Keim eines Krystalls bildet ein einziges M. soustractive, sein Fortwachsen ist nur ein paralleles Anhäufen solcher unter sich gleichen Atome. Die Bestimmung dieses subtractiven Moleculs und die Weise, wie sie sich an einander reihen, ist Aufgabe der Krystallographie. Machen wir es an einigen Beispielen klar.

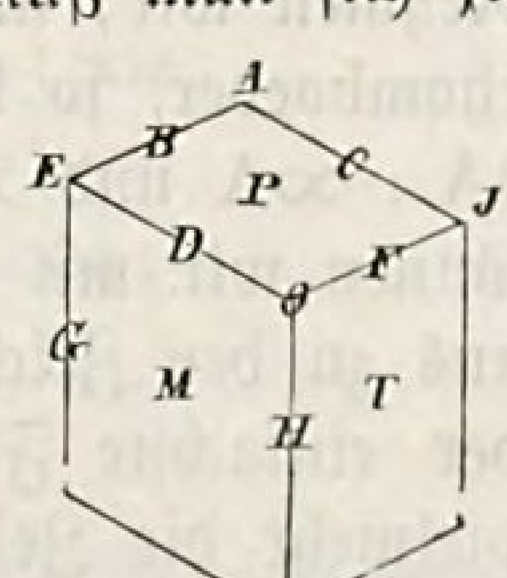
Bleiglanz, Steinsalz ꝛc. haben einen dreifach blättrigen Bruch von gleicher Beschaffenheit, die sich unter rechten Winkeln schneiden, daher die Primitivform ein Würfel, und die subtractiven Molecule Würfelchen. Durch Decrescenzen (décroissements) auf den Kanten entstehen alle Körper der Kantenzonen (Granatoeder und Pyramidenwürfel). Haüy dachte sich lauter kleine Würfelchen parallel der Kernform aufgethürmt, wie man aus dem Aufriß beistehender Würfelfläche leicht ersieht. Durch Decrescenzen um eine Reihe in die



Höhe und Breite $\overset{1}{B}$ entsteht die Granatoederfläche BG. Er dachte sich dabei in jeder höhern Schicht eine Reihe weniger, der Effekt ist offenbar derselbe, als wenn ich die Würfelkanten im Verhältniß B : B : ∞B schneide; durch Decrescenzen um 2 Reihen in die Breite und eine in der Höhe B^2 entstehen die Pyramidenwürfel-Fläche BC = 2B : B : ∞B; durch Decrescenzen um 3 Reihen in die Breite und 2 in der Höhe entsteht die Fläche 3B : 2B : ∞B ꝛc. Die Decrescenzen auf den Ecken kann man doppelt nehmen: symmetrisch oder unsymmetrisch gegen eine Kante. Haüy dachte sich die Sache auch durch Aufthürmen, doch macht man es sich besser durch Weg-



nahme der Würfelchen klar. Das Zeichen $\overset{1}{A}$ bedeutet, daß man ein Würfelchen von der Ecke wegzunehmen habe, der Effekt wird die Oktaederfläche B : B : B sein, sie berührt die drei Ecken der folgenden Würfelschicht, nehme ich diese drei, so ruht die Fläche auf 6, dann auf 10, 15 ꝛc., immer behält sie aber die gleiche Lage. ^{2}A bedeutet eine Leucitoederfläche 2B : 2B : B, und zwar werden die zwei Kanten links in 2 geschnitten; A^{3} bedeutet B : 3B : 3B und zwar 3B in den zwei Kanten rechts. Für die unsymmetrischen Flächen mußten drei Buchstaben in der Klammer genommen werden: (^{2}B$\overset{1}{B}$B^{3}) bezeichnet 2B : B : 3B. Beim regulären System kann man nicht leicht irren, bei den übrigen muß man sich jedoch vorsichtig vor Kantenverwechselungen hüten. Wiederholen wir daher am allgemeinen Hexaid nochmals kurz die Zeichen:



An den Kanten BCDF können die Decrescenzen darüber (auf P) oder darunter (auf M und T) stattfinden; auf den Kanten G und H nur links oder rechts.

Daher die vier Stellungen der Zahlen an den Consonanten: oben, unten, links, rechts. $\overset{m}{D}$ heißt eine Decrescenz um m Reihen in die Breite auf P, also $mF:H:\infty D$. Bei Brüchen bezieht sich der Zähler auf die Reihen der Breite, der Nenner auf die der Höhe, das liegt schon im allgemeinen Zeichen, da m ganze Zahlen wie Brüche bedeutet; $H^n = nF:D:\infty H$. An die Vokale der Ecken kann ich die Zahlen oben, links und rechts setzen, man denkt sich dabei den Krystall so gestellt, daß die in Rede stehende Ecke unmittelbar vor uns steht:

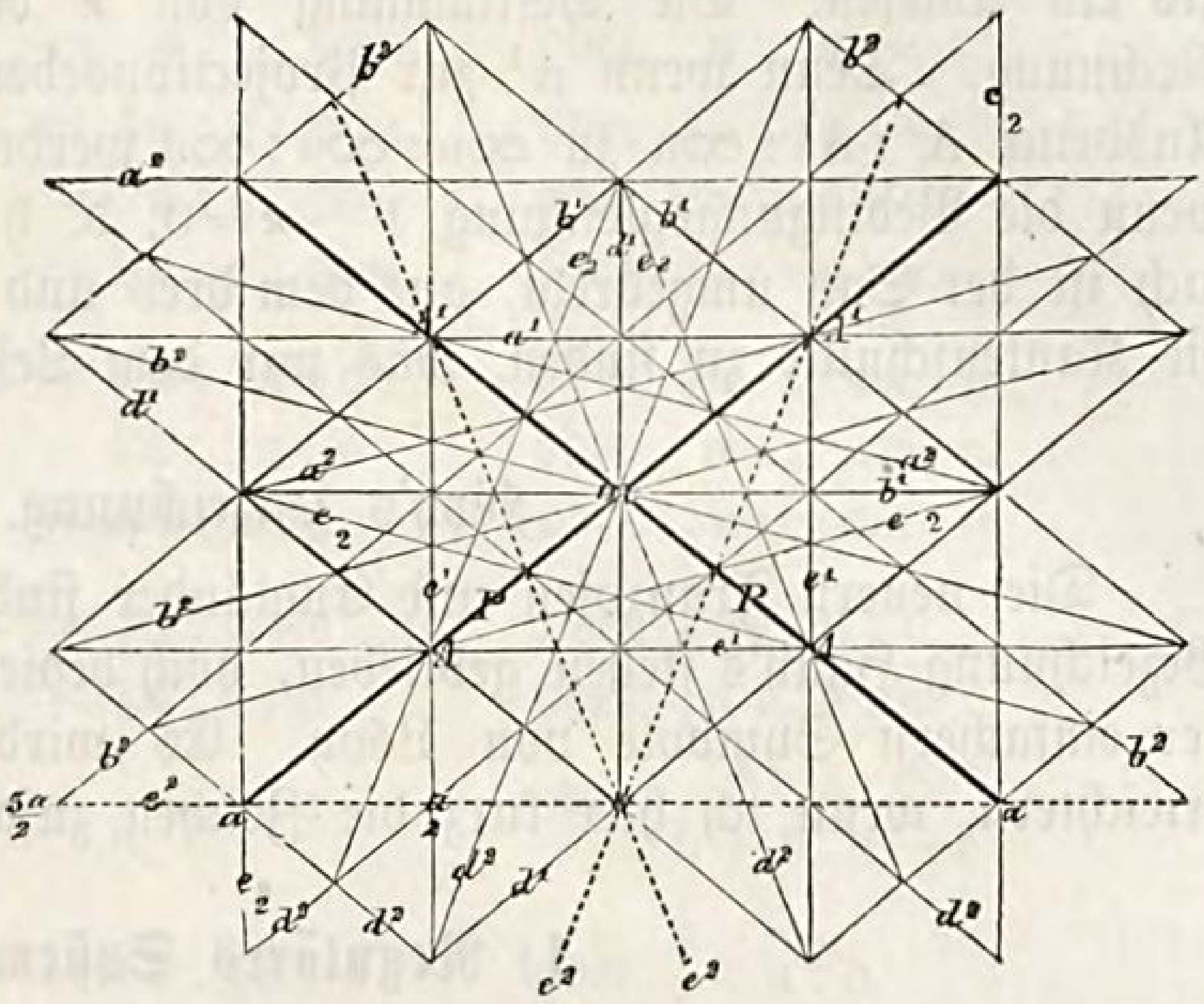
$$\overset{m}{O} = mD:mF:H;\ O^m = mF:mH:D;\ {}^mO = mD:mH:F,$$

die Decrescenz um m Reihen in der Breite findet also auf derjenigen Fläche der Ecke statt, wohin der Buchstabe m an O gestellt ist. Ein Symbol A^m bedeutet $mB:mH:C$, denn man muß den Krystall so lange herumgedreht denken, bis A vor uns steht, deßhalb ist ${}^mE = mB:mG:D$. Intermediäre Decrescenzen sind solche, worin alle drei Kanten der Ecke ungleich geschnitten werden, oder wenn die Decrescenz über die Kanten hinüber neigt. Dazu wurden drei Buchstaben mit Klammer genommen:

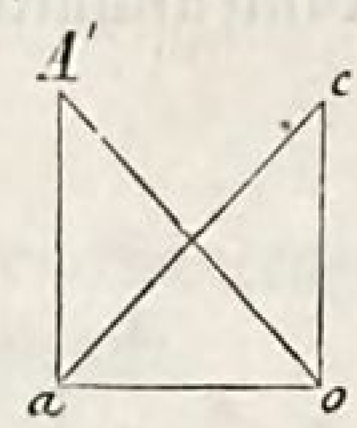
$$(\overset{1}{O}D^1F^2) = H:D:2F;\ (\overset{3}{O}D^4F^1) = \tfrac{1}{3}H:4D:F = H:\tfrac{3}{4}D:3F.$$

Hauy legte auf die Entwickelung des rhomboedrischen Systems ein besonderes Gewicht, wir wollen daher zum Schluß noch einige Erläuterungen darüber geben, namentlich erweist sich darin auch unsere Methode in ihrer vortheilhaften Einfachheit. Zu dem Ende projicire sämmtliche Flächen auf eine der P des blättrigen Bruchs, dann kann man die Kanten des Rhomboeders als Axeneinheiten AAA nehmen, welche sich unter gleichen schiefen Winkeln von 101° 55′ und 78° 5′ schneiden. Denken wir uns die aufrechte dritte A nach vorn geneigt, so bildet $a^1 = A':A'$ die Geradendfläche und die drei $e^1 = A:A$ und $A:A'$ das erste schärfere Rhomboeder; $b^1 = A':\infty A'$ und $0A:0A$ gehören dem ersten stumpfern Rhomboeder, $d^1 = A:\infty A$ und $0A:0A'$ der zweiten sechsseitigen Säule an. Die Flächen P bilden also das dreigliedrige Hexaid, a^1 und e^1 das zugehörige Oktaid, b^1 mit d^1 das zugehörige Dodekaid.

Das Leucitoeder $e^2 = A':\tfrac{1}{2}A$ und $2A:2A$ führt uns zur ersten sechsseitigen Säule, durch welche auf der Geradendfläche a^1 die dreigliedrigen Axen bestimmt werden, ich habe sie deßhalb punktirt; $a^2 = 2A':2A'$ und $A':\tfrac{1}{2}A'$ liefert das zweite stumpfere Rhomboeder. Der Dreikantner $e_2 = A:\tfrac{1}{2}A$, $A:\tfrac{1}{2}A'$, $2A:2A'$ ist zweiter Ordnung $\tfrac{1}{2}c:a':\tfrac{1}{3}a':\tfrac{1}{2}a'$, weil er seine stumpfen Endkanten wie die Kanten des Hauptrhomboeders legt. Nehmen wir, um die Figur nicht zu überladen, noch das Pyramidenrhomboeder, so liefert uns das den Dreikantner $d^2 = \tfrac{1}{2}A:\infty A$, $0A':\tfrac{0}{2}A$, $2A:\infty A$ und Dihexaeder $b^2 = \tfrac{1}{2}A':\infty A$, $0A:\tfrac{0}{2}A$, $2A':\infty A$. So können wir mit Leichtigkeit alle Hauy'schen Zeichen eintragen, sie führen uns zu den Zeichen des regulären Systems, und liefern den Beweis, daß der einfachste Flächenausdruck nicht immer der beste sei. Wir müssen vielmehr die Zeichen auf 3+1 Axe aaac zurückführen. Die punktirten



Linien e^2 geben in ihren Durchschnitten mit a^1 die drei neuen Axen a. Legen wir daher die a^1 durch den neuen Axenmittelpunkt o (Durchschnitt der $e^2e^2e^2$), so fällt dieselbe mit der Linie $\frac{3a}{2}a\frac{a}{2} = e^2$ zusammen, von ihr kann man also die neuen Axenausdrücke unmittelbar ablesen. Auch die Axe c, welche auf a^1 senkrecht steht, ist allen gemein. Wir brauchen also nur noch eines der beiden andern a zu finden, welche in der gegen Axe c senkrechten Ebene a^1 den oA' und oA'(e^2) correspondiren. Nach unserem obigen Satze pag. 102 muß aber eine Zonenaxe $c : \frac{a}{\mu}$ die schiefe Axe oA' in $\frac{A'}{\mu + \varkappa}$ schneiden, das + gilt, wenn die schiefe Axe A unter der rechtwinkligen a liegt. Aus der Betrachtung des Kalkspathrhomboeders folgt, daß die Kante des Rhomboeders $mA = \frac{2}{3}\sqrt{3a^2+1}$ (m der Durchschnittspunkt P/P), die Querdiagonale AA = 2a, die schiefe Diagonale $om = \frac{2}{3}\sqrt{3a^2+4}$, folglich $oA' = \sqrt{4a^2+4}$. Wir müssen uns nun erinnern, daß unsere neue Axe co = c die ganze Hauptaxe von Ecke zu Ecke des Rhomboeders P bezeichnet, folglich muß als a auch das doppelte a genommen werden. Wählen wir nun die von c zur Hälfte der oA' gehende Linie als die, welche die Axe a zu bestimmen hat, so ist $aA' = \varkappa = 1$, wie beistehender **Aufriß** durch coA' zeigt.



Nennen wir jetzt in unserer Projection oa = a, oA' = A', und suchen aus ihren Ausdrücken die neuen für die Axen a, so ist nach dem Schema

$$a : \frac{A}{m} : \frac{A}{n} = a : \frac{a}{m \mp 1} : \frac{a}{n \mp 1} \text{ Rhomboeder}$$

$$P = a : \tfrac{1}{2}A' : A' = a : \frac{1}{2-1}a : \frac{1}{1-1}a = a : a : \infty a.$$

$$a^1 = A' : A' : \infty a = \frac{1}{1-1}a : \frac{1}{1-1}a : \infty a = \infty a : \infty a : \infty a;$$

$$b^1 = 2a : A' : 2A' = 2a : \frac{1}{1-1}A' : \frac{1}{\frac{1}{2}-1}A' = 2a' : 2a' : \infty a;$$

$$d^2 = a : \tfrac{1}{2}A : A = a : \frac{1}{2+1}a : \frac{1}{1+1}a = a : \tfrac{1}{3}a : \tfrac{1}{2}a$$

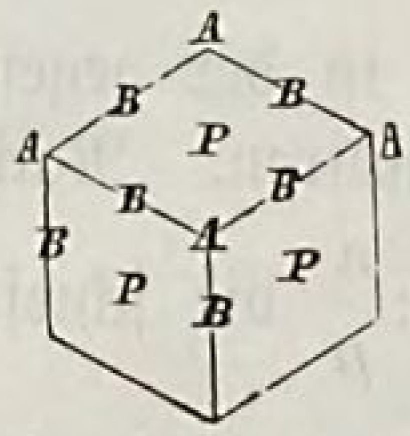
der gewöhnliche Dreikantner. Also auch diese Uebertragung ist nicht mehr

als ein Ablesen. Die Bestimmung von $\varkappa$ bedarf übrigens gar keiner Rechnung. Denn wenn a^1 zur Projectionsebene werden soll, so muß ihr Ausdruck $A' : A' : \infty a$ zu $\infty a : \infty a : \infty a$ werden, dieß kann aber nur sein, wenn die Bedingungsgleichung $1 - \varkappa = 0$, d. h. $\varkappa = 1$ ist. Eben so einfach ist der Satz umgedreht, aus dem drei- und einaxigen Flächenausdruck die Kantenschnitte zu finden, was wir dem Leser überlassen.

Lévy's Bezeichnung.

Die neuern Franzosen und Engländer sind im Ganzen zwar bei der Bezeichnung Hauy's stehen geblieben, doch bedient man sich jetzt allgemein der einfachern Symbole von Lévy. Es wird das Lesen der Schriften erleichtern, wenn ich hier kurz die Zeichen zusammenstelle.

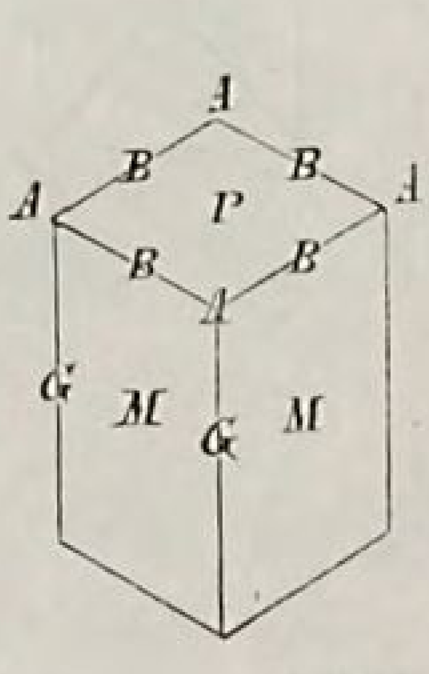
1) Reguläres System.



Wird dasselbe auf die Kanten des Würfels BBB basirt, so ist mit dem Verständniß des Zeichens auch der Weiß'sche Axenausdruck gegeben. Die Würfelfläche selbst hat den Buchstaben P als Zeichen. Oktaeder $a^1 = B : B : B = a : a : a$; Granatoeder $b^1 = B : B : \infty B = a : a : \infty a$. Leucitoeder $a^2 = B : 2B : 2B = a : 2a : 2a$; Leucitoide $a^n = B : nB : nB$. Pyramidenoktaeder $a^{\frac{1}{2}} = B : \frac{1}{2}B : \frac{1}{2}B = a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{2}a$, $a^{\frac{1}{n}} = B : \frac{1}{n}B : \frac{1}{n}B$. Pyramidenwürfel $b^2 = B : 2B : \infty B = a : 2a : \infty a$, $b^n = B : nB : \infty B$. Achtundvierzigflächner $b^1 b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{3}} = a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a$, $b\, b^{\frac{1}{m}} b^{\frac{1}{n}} = a : \frac{1}{m} a : \frac{1}{n} a$.

Wenn man vom Oktaeder (Flußspath, Diamant) oder Granatoeder (Blende) ausgeht, ist die Sache gar nicht so einfach, jedoch reicht unser Kantenschnittsatz pag. 101 dazu völlig aus.

2) Viergliedriges System.

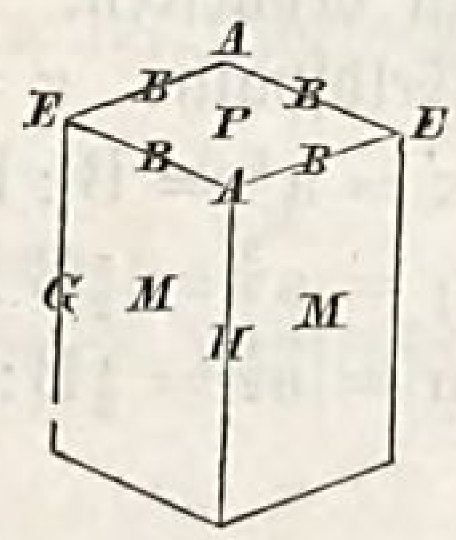


Sind die Zeichen so gewählt, daß die quadratische Säule MM in der Primitivform unserer zweiten quadratischen Säule entspricht, wie z. B. Dufrénoy beim Vesuvian angenommen hat, so stimmt die Auslegung des Zeichens mit den Axen. Correspondirt dagegen M/M der ersten Säule, wie z. B. beim Zirkon, dann muß der Kantenzonensatz zu Hilfe genommen werden.

		2te Säule		1ste Säule
$g^1 =$	$B : B : \infty G$	$= a : a : \infty c$	oder	$a : \infty a : \infty c.$
$g^2 =$	$2B : B : \infty G$	$= 2a : a : \infty c$	oder	$\frac{1}{3}a : a : \infty c.$
$g^3 =$	$3B : B : \infty G$	$= 3a : a : \infty c$	oder	$\frac{1}{2}a : a : \infty c.$
$g^n =$	$B : \frac{1}{n} B : \infty G$	$= a : \frac{1}{n} a : \infty c$	oder	$\frac{a}{n+1} : \frac{a}{n-1} : \infty c.$

	2te Säule	1ste Säule
$b^1 = B : G : \infty B$	$= a : c : \infty a$	oder $a : a : c.$
$b^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}B : G : \infty B$	$= \frac{1}{2}a : c : \infty a$	oder $\frac{1}{2}a : \frac{1}{2}a : c.$
$b^2 = 2B : G : \infty B$	$= 2a : c : \infty a$	oder $2a : 2a : c.$
$b^n = nB : G : \infty B$	$= na : c : \infty a$	oder $na : na : c.$
$a^1 = B : B : G$	$= a : a : c$	oder $\frac{1}{2}a : \infty a : c.$
$a^2 = 2B : 2B : G$	$= 2a : 2a : c$	oder $a : \infty a : c.$
$a^n = nB : nB : G$	$= na : na : c$	oder $\frac{1}{2}na : \infty a : c.$
$a_2 = B : 2B : 2G$	$= \frac{1}{2}a : a : c$	oder $\frac{1}{3}a : a : c.$
$a_3 = B : 3B : 3G$	$= \frac{1}{3}a : a : c$	oder $\frac{1}{4}a : \frac{1}{2}a : c.$
$a_n = B : nB : nG$	$= \frac{1}{n}a : a : c$	oder $\frac{a}{n+1} : \frac{a}{n-1} : c.$
$b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{3}} g^1 = \frac{1}{2}B : \frac{1}{3}B : G$	$= \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a : c$	oder $\frac{a}{5} : a : c.$
$b^{\frac{1}{m}} b^{\frac{1}{n}} g^p = \frac{1}{m}B : \frac{1}{n}B : pG$	$= \frac{1}{m}a : \frac{1}{n}a : pc$	oder $\frac{a}{m+n} : \frac{a}{m-n} : pc.$

2) Zweigliedriges System.



Wenn Oblongsäule mit Geradendfläche PMT Primitivform ist, so stimmen die Zeichen mit unsern Axen. Wenn dagegen die beistehende **gerade Rhombsäule** MMP den Ausgang bildet, so muß man, wie im zweiten Fall des viergliedrigen Systems, das Kantenzonengesetz zur Bestimmung der Axen zu Hilfe nehmen.

$g^1 = B : B : \infty G = b : \infty a : \infty c$

$g^2 = B : \frac{1}{2}B : \infty G = \frac{1}{3}b : a : \infty c$

$g^n = B : \frac{1}{n}B : \infty G = \frac{b}{n+1} : \frac{a}{n-1} : \infty c$

in der scharfen Säulenkante gelegen.

$h^1 = B : B : \infty H = a : \infty b : \infty c$

$h^2 = B : \frac{1}{2}B : \infty H = \frac{1}{3}a : b : \infty c$

$h^n = B : \frac{1}{n}B : \infty H = \frac{a}{n+1} : \frac{b}{n-1} : \infty c$

in der stumpfen Säulenkante gelegen.

$b^1 = B : G : \infty B = a : b : c$

$b^2 = 2B : G : \infty B = 2a : 2b : c$

$b^3 = 3B : G : \infty B = 3a : 3b : c$

$b^n = nB : G : \infty B = na : nb : c$

Topas liefert ein gutes Beispiel. Man muß stets vorsichtig untersuchen, was als Einheit von c anzunehmen ist.

$a^1 = B : B : H = \frac{1}{2}a : \infty b : c$

$a^2 = 2B : 2B : H = a : \infty b : c$

$a^n = nB : nB : H = \frac{1}{2}na : \infty b : c$

Bilden Paare auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzt.

$e^1 = B : B : G = \frac{1}{2}b : \infty a : c$

$e^2 = 2B : 2B : G = b : \infty a : c$

$e^n = nB : nB : G = \frac{1}{2}nb : \infty a : c$

Bilden Paare auf die scharfe Säulenkante aufgesetzt.

$e_2 = \frac{1}{2}B : B : G \quad = \frac{1}{3}b : a : c$
$e_3 = \frac{1}{3}B : B : G \quad = \frac{1}{4}b : \frac{1}{2}a : c$
$e_n = \frac{1}{n}B : B : G \quad = \frac{b}{n+1} : \frac{a}{n-1} : c$

Oktaeder, die in der Diagonalzone des Hauptoktaeders liegen.

$a_2 = \frac{1}{2}B : B : H \quad = \frac{1}{3}a : b : c$
$a_n = \frac{1}{n}B : B : H \quad = \frac{a}{n+1} : \frac{b}{n-1} : c$

x Topas $= b^1 b^3 g^{\frac{1}{2}} = B : 3B : \frac{1}{2}G = \frac{3}{4}b : \frac{3}{2}a : \frac{1}{2}c = 3a : \frac{3}{2}b : c$; allgemein

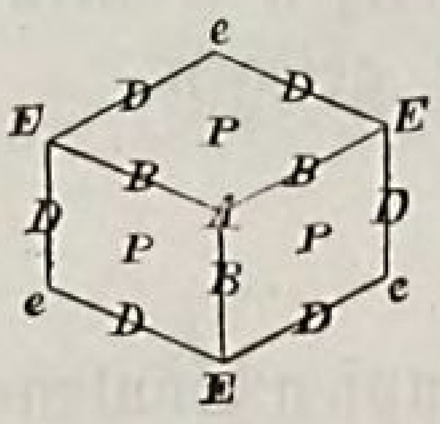
$$b^{\frac{1}{m}} b^{\frac{1}{n}} g^p = \frac{1}{m}B : \frac{1}{n}B : pG = \frac{b}{m+n} : \frac{a}{m-n} : pc,$$
$$b^{\frac{1}{m}} b^{\frac{1}{n}} h^p = \frac{1}{m}B : \frac{1}{n}B : pH = \frac{a}{m+n} : \frac{b}{m-n} : pc.$$

4) Zweiundeingliedriges System.

Ist völlig analog, nur kommen auf diese Weise die schiefen Mohs'schen Axen, die man dann weiter auf die Weiß'schen nach pag. 102 zurückführt; wenn man es nicht vorzieht, sie gleich nach der Projection zu deduciren.

Feldspath: $z = g^2 = D : \frac{1}{2}B : \infty G = B : \frac{1}{2}D : \infty G = a : \frac{1}{3}b : \infty c$; $x = a^1 = B : B : H = a' : c : \infty b$; $y = a^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}B : \frac{1}{2}B : H = \frac{1}{2}a' : c : \infty b$; $q = a^{\frac{3}{2}} = \frac{3}{2}B : \frac{3}{2}B : H = \frac{3}{2}a' : c : \infty b$; $o = b^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}B : H : \infty B = a' : b : c$; $n = e^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}B : \frac{1}{2}D : G = \frac{1}{2}b : c : \infty a$ 2c.

5) Dreigliedriges System.



Die Rhomboeder entstehen durch Decrescenzen auf den Ecken E und A, Grenzfälle bilden die Geradendfläche, erste sechsseitige Säule und das nächste stumpfere Rhomboeder:

$e^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}D : \frac{1}{2}D : B = a' : a'$
$e^1 = D : D : B = \frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a'$
$e^2 = 2D : 2D : B = 0a : 0a$
$e^3 = 3D : 3D : B = \frac{1}{4}a : \frac{1}{4}a$
$e^4 = 4D : 4D : B = \frac{2}{5}a : \frac{2}{5}a$
$e^n = nD : nD : B = \frac{n-2}{n+1}a : \frac{n-2}{n+1}a$

$n > 2$ gibt positive Vorzeichen, d. h. Rhomboeder erster Ordnung ohne Strich; $n < 2$ negative, d. h. Rhomboeder zweiter Ordnung mit Strich. $e^{\frac{1}{2}}$ ist Gegenrhomboeder.

$a^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}B : \frac{1}{2}B : B = 5a' : 5a'$
$a^1 = B : B : B = \infty a : \infty a$
$a^2 = 2B : 2B : B = 4a : 4a$
$a^n = nB : nB : B = \frac{n+2}{n-1}a : \frac{n+2}{n-1}a$

$n > 1$ gibt positive Vorzeichen, d. h. Rhomboeder erster Ordnung; $n < 1$ zweiter Ordnung. a^1 = Geradendfläche; $n = 0$ gibt das erste stumpfere Rhomboeder.

$$b^1 = B:B:\infty B = 2a':2a'$$
$$b^2 = 2B:B:\infty B = 3a:\tfrac{3}{2}a$$
$$b^3 = 3B:B:\infty B = 4a:\tfrac{4}{3}a$$
$$b^{\frac{5}{3}} = \tfrac{5}{3}B:B:\infty B = \tfrac{8}{3}a':\tfrac{8}{5}a'$$
$$b^n = (n+1)a:\frac{n+1}{n}a:\frac{n+1}{n-1}a$$

Dreikantner in den Endkanten des Rhomboeders sind zweiter Ordnung, sobald $n<2$ und $n>1$; b^2 ist Dihexaeder. Da $2B:B:\infty B = B:\tfrac{1}{2}B:\infty B$, so ist $b^2 = b^{\frac{1}{2}}$, oder allgemein $b_n = b^{\frac{1}{n}}$.

$$d^1 = D:\infty D:B = 0a:\frac{0}{2}a =$$
$$d^2 = 2D:\infty D:B = a:\tfrac{1}{3}a$$
$$d^3 = 3D:\infty D:B = 2a:\tfrac{1}{2}a$$
$$d^n = (n-1)a:\frac{n-1}{n+1}a:\frac{n-1}{n}a$$

zweite Säule. Auch hier ist Zeichen $d^{\frac{m}{n}} = d^{\frac{n}{m}}$. Die Dreikantner sind sämmtlich 1ster Ordnung und gehören der Seitenkantenzone des Rhomboeders an.

$$e_{\frac{1}{2}} = B:D:2D = \tfrac{1}{4}a':\tfrac{1}{3}a'$$
$$e_2 = B:D:\tfrac{1}{2}D = a':\tfrac{2}{3}a'$$
$$e_3 = B:D:\tfrac{1}{3}D = \tfrac{3}{2}a':\tfrac{3}{4}a'$$
$$e_4 = B:D:\tfrac{1}{4}D = 2a:\tfrac{4}{5}a$$
$$e_n = \frac{n}{2}a:\frac{n}{n+1}a:\frac{n}{n-1}a$$

Dreikantner aus der Diagonalzone, $n<3$ gibt gestrichelte, $n=3$ ein Dihexaeder, folglich $n>3$ ungestrichelte. Das volle Zeichen von $e^{\frac{1}{2}} = \tfrac{1}{4}a':\tfrac{1}{3}a':-a' = a':\tfrac{1}{4}a':\tfrac{1}{3}a'$. Diese Umsetzung eines Axenausdrucks mit — auf die andere Seite mit + leuchtet aus pag. 88 ein. Man muß die Zeichen e^n oben wohl von e_n unten unterscheiden!

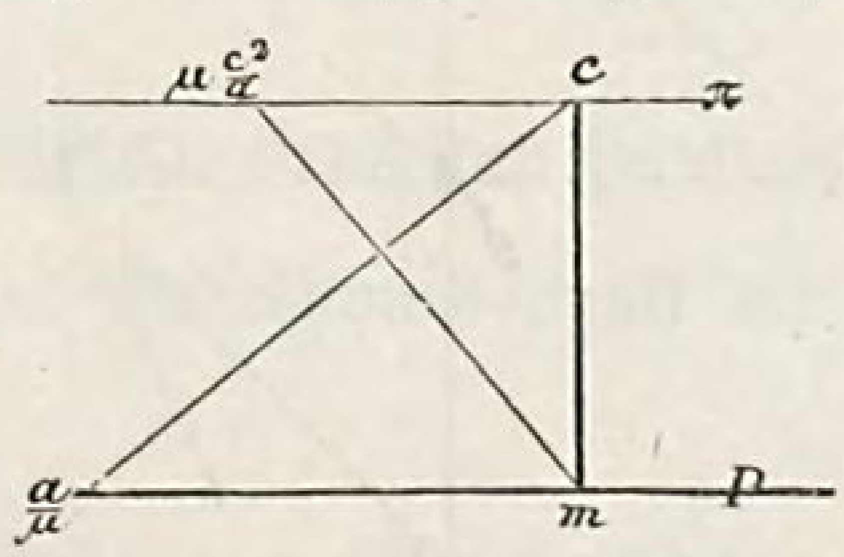
$$d^{\frac{1}{m}}d^{\frac{1}{n}}b^{\frac{1}{p}} = mD:nD:pB = \frac{p-(m+n)}{n-m}a:\frac{p-(m+n)}{n+p}a:\frac{p-(m+n)}{m+p}a.$$

Siehe über diese allgemeinen Zeichen Weiß Abh. Berl. Akad. Wissensch. 1840 pag. 32 und 1822 pag. 261.

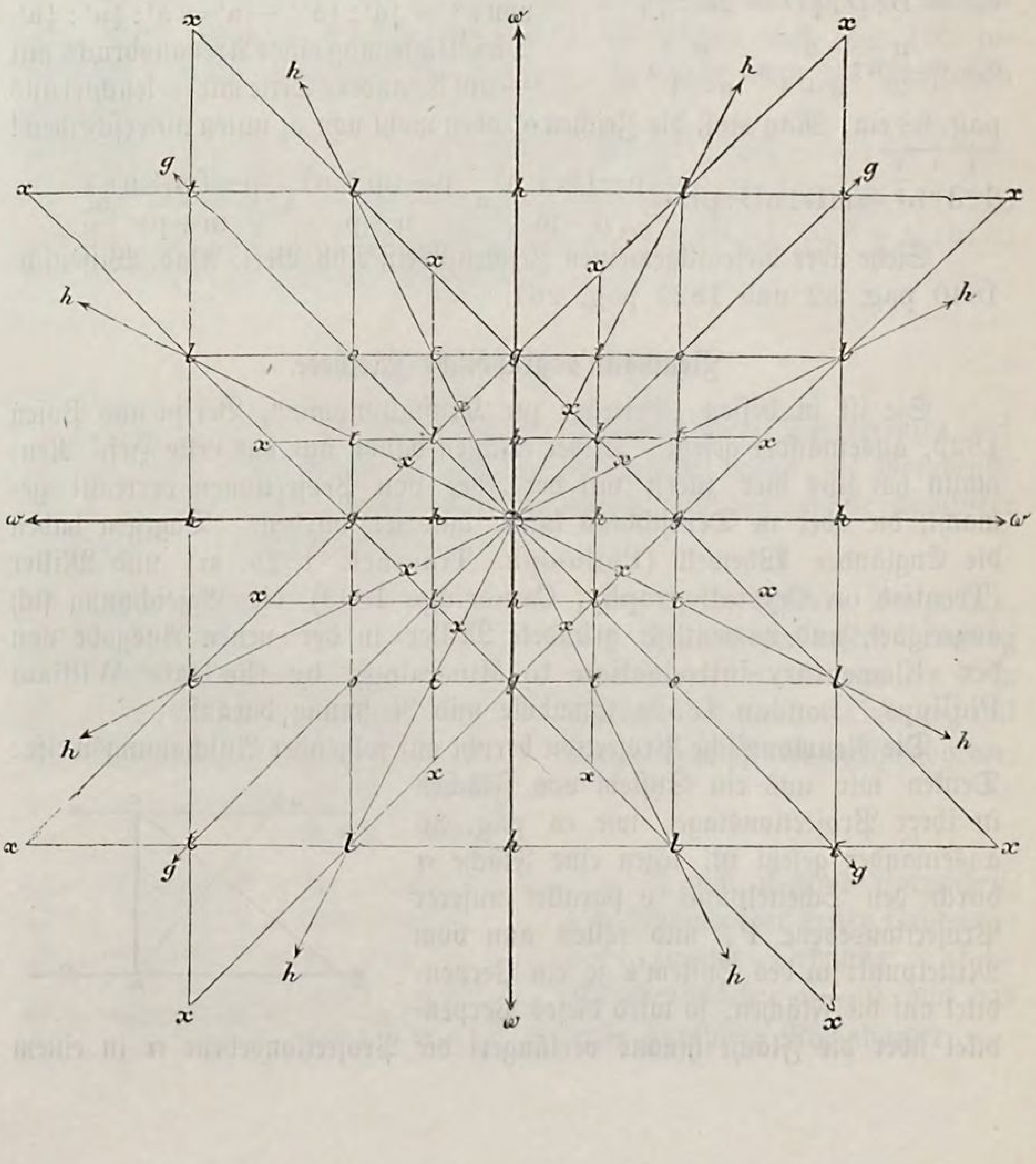
Neumann's graphische Methode.

Sie ist in dessen „Beiträge zur Krystallonomie", Berlin und Posen 1823, auseinander gesetzt. Leider erschien davon nur das erste Heft. Neumann hat uns hier zuerst mit der Idee von Projectionen vertraut gemacht, die aber in Deutschland lange ignorirt wurden. Dagegen haben die Engländer Whewell (Philosoph. Transact. 1825. 87) und Miller (Treatise on Crystallography, Cambridge 1839) die Bezeichnung sich angeeignet, und namentlich gründete Miller in der neuen Ausgabe von der »Elementary introduction to Mineralogy by the late William Philipps. London 1852« Symbole und Rechnung darauf.

Die Neumann'sche Projection beruht auf folgender Anschauungsweise: Denken wir uns ein System von Flächen in ihrer Projectionslage, wie es pag. 36 auseinander gesetzt ist, legen eine Fläche π durch den Scheitelpunkt c parallel unserer Projectionsebene P, und fällen nun vom Mittelpunkt m des System's je ein Perpendikel auf die Flächen, so wird dieses Perpendikel über die Fläche hinaus verlängert die Projectionsebene π in einem



Punkte schneiden. Dieser Punkt ist der „Flächenort", aus welchem die Zonenverhältnisse hervorgehen. Was bei unserer Projection durch eine Linie dargestellt ist, wird hier einfacher durch einen Punkt gegeben. Alle Flächen, die in einer Zone liegen, haben dann auf der Projectionsebene π ihre Flächenorte ebenfalls in einer Linie. Habe ich also eine Kante $c : \frac{a}{\mu}$ auf die Projectionsebene π nach der Neumann'schen Methode zu projiciren, so ist ihr Ort $\frac{\mu}{a}c^2$ von c entfernt. Denn heiße der Ort x, so verhält sich $\frac{a}{\mu} : c = c : x$, also $x = \frac{\mu}{a} \cdot c^2$. Für $c = 1$ wird der Ort von $\frac{a}{\mu}$ einfach zu $\frac{\mu}{a}$, und von $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} : c$ zu $\frac{\mu}{a} \frac{\nu}{b} \frac{1}{c}$. Daraus ergibt sich von selbst, daß wenn ich die Projectionsebene π nicht durch die Einheit von c, sondern durch $\frac{c}{\lambda}$ lege, eine Fläche $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} : \frac{c}{\lambda} = \frac{\lambda a}{\mu} : \frac{\lambda b}{\nu} : c$ den Ort



$\frac{\mu}{\lambda a}\frac{\nu}{\lambda b}\frac{1}{c} = \frac{\mu}{a}\frac{\nu}{b}\frac{\lambda}{c}$ haben muß. **Miller** setzt nun statt des wirklichen Axenausdrucks $\frac{a}{\mu}:\frac{b}{\nu}:\frac{c}{\lambda}$ einfach die Symbole $\mu\nu\lambda$, und zwar immer in der gleichen Reihenfolge von abc, so daß sich aus ihnen für uns die Axenausdrücke sogleich ablesen lassen würden, wenn er in der Axenlegung mit Weiß übereinstimmte, was leider nicht immer der Fall ist. Eine Weiß'sche Fläche a:½b:⅓c bekommt dann das einfachere Symbol 1 2 3, wobei man nur den Zähler 1 und die Axenfolge zu merken hat. Man darf dabei freilich nicht vergessen, daß schon Bernhardi (Gehlen's Journ. 1807 V. 156) ganz ähnliche Ideen entwickelt hatte. Die Sache wird noch klarer, wenn wir auf die Entwickelung einer Projection selbst eingehen, wir wählen dazu das reguläre System, unterscheiden aber des Verständnisses wegen die Axen abc, welche den regulären aaa correspondiren. Sämmtliche Flächen sind auf die Würfelfläche w projicirt. Von den drei

Würfelflächen hat die horizontale ihren Ort im Mittelpunkte (c) der Projection, die beiden vertikalen dagegen im Unendlichen ww. Die Orte der

Granatoederflächen g = a:c:∞b 2c. ergeben sich ebenfalls einfach, denn es sind die Orte Perpendikel vom Mittelpunkt m auf die Kante c:a 2c. gefällt. Zwei g davon haben ihre Orte im Unendlichen, ihre Ermittlung macht keine Schwierigkeit, da sie in der Mitte zwischen den Unendlichen ww liegen müssen. Ebenso unmittelbar ergeben sich die Orte der

Pyramidenwürfel h = a:½a:∞a. Achte davon liegen in den Axen, ½a und 2a vom Mittelpunkte entfernt, und vier im Unendlichen zwischen den Würfel- und Granatoederorten. Die Orte der

Oktaederfläche o = a:b:c finde ich, indem ich die Punkte von g mit w verbinde, deren Durchschnitt dann oooo gibt. Denn ziehe ich von diesem o nach dem Mittelpunkte des Krystalls m, der unter der Projectionsebene gedacht wird, so muß diese senkrecht auf a:b:c stehen, da ocgg die Ecken eines Würfels sind, der seine dem o gegenüber liegende Ecke im Mittelpunkte m hat. Das Symbol der Fläche o = 111 bedeutet weiter nichts, als die Entfernung des Ortes o von den drei Axenebenen ab, ac, bc: so bestimmt man die Wirkung dreier Kräfte im Raum. Um also ganz allgemein den Ort einer Fläche $\frac{a}{\mu}:\frac{b}{\nu}:c$ zu finden, suche ich die Flächenorte von $\frac{a}{\mu}:c:\infty b$ und $\frac{b}{\nu}:c:\infty a$, errichte aus beiden Punkten Perpendikel gegen die respectiven Axen, so ist der Durchschnittspunkt der verlangte Flächenort $\frac{\mu}{a}, \frac{\nu}{b}, \frac{1}{c}$. Das

Leucitoeder l = a:a:½a liegt mit seinen vier Oktaederflächen

zwischen o und c im Durchschnitte der Zonenlinien gg und oc; die übrigen acht Flächen fallen in den Durchschnitt der Zonenlinien gg und ow. Das

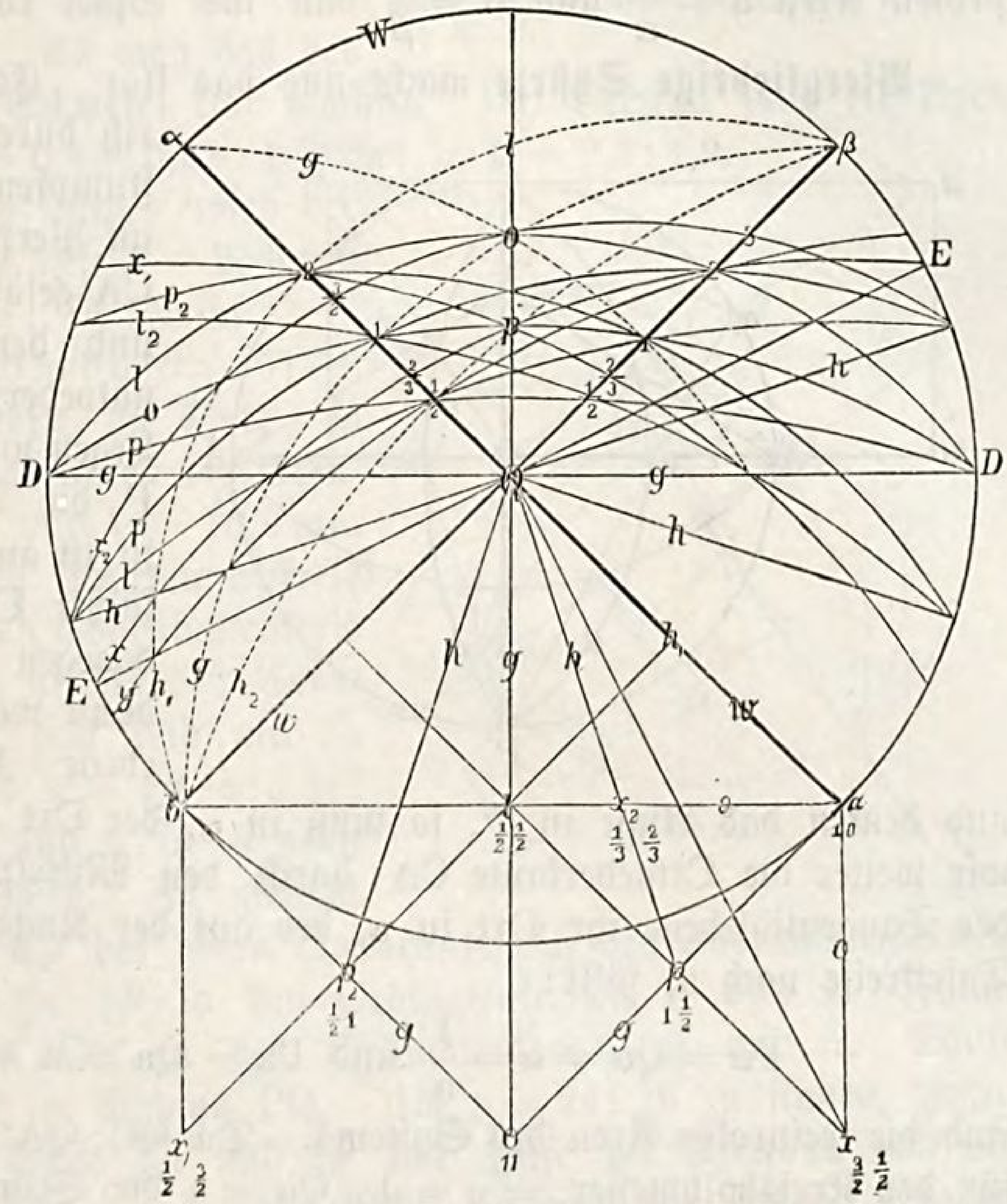
Pyramidenoktaeder $t = a : a : 2a$ liegt in hl und gl und der

Achtundvierzigflächner $x = a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a$ in gg und ll. Vermöge seines Axenausdrucks muß das Symbol 1 2 3 sein, und die 4 äußersten x links und rechts sind auch 1 von der Axenebene ab, 2 von der Axenebene bc, und 3 von der ac entfernt. Dasselbe gilt für die übrigen x, wenn man je die kleinste Distanz 1 nennt: denn z. B. das mittlere x unten rechts hat $\frac{1}{2}b\ \frac{3}{2}a\ c = \frac{1}{2}\ \frac{3}{2}\ 1 = 132$.

Diese Neumann'sche Punktmethode ist zwar compendiöser, als unsere lineare, allein sie kommt nicht so unmittelbar zur Anschauung. Da die Flächen, deren Orte in eine Linie fallen, in einer Zone liegen, so gewährt sie den Vortheil, daß man mit dem Lineal in der Hand die Zonen heraussuchen kann, ohne sie vorher durch Linien versinnlichen zu müssen, aber man kann deßhalb auch leichter etwas übersehen.

Um die Figuren weniger auszudehnen, hat Neumann auch die Punkte auf einer Kugeloberfläche gezeichnet, wo alle Flächenorte einer Zone in ein und denselben größten Kreis fallen. Indessen entfernt man sich damit immer mehr von dem Zwecke, den die Projectionen eigentlich haben sollen: nämlich die Anschauung unmittelbar zu unterstützen. Doch gab Miller gerade dieser den Vorzug. Ich will daher noch den Zusammenhang zeigen, in welchem die Kugel- und Flächenprojection miteinander stehen, wie ich das im „Grundriß der Krystallographie" pag. 139 auseinandersetzte. Man bedient sich dabei der sogenannten stereographischen Projection, wobei das Auge im Südpole gedacht wird, und die Projectionsebene dem Aequator entspricht. Alle Meridiane werden gerade Linien, die durch den Mittelpunkt gehen, während die übrigen Kreissegmenten entsprechen, deren Mittelpunkt zu bestimmen ist. Wählen wir als erstes Beispiel das

Reguläre System, und setzen beide Arten von Projectionen in vorliegender Weise zusammen, d. h. construiren wir uns mit den auf einander senkrecht stehenden Axen $Qa = a$ und $Qb = b$ einen Kreis und ein Viereck, nennen die im gegenüberliegenden Quadranten $Q\alpha = \alpha$ und $Q\beta = \beta$, so liegt allgemein der Mittelpunkt eines beliebigen Sectionskreises $\frac{\alpha}{\mu} : \frac{\beta}{\nu}$ oben, im Zonenpunkte ma,nb unten. Zwei Würfelflächen $\omega\omega$ liefern die Axen, da ihr Mittelpunkt im Unendlichen liegt, während die dritte ω den Tafelkreis bildet. Vom Granatoeder gehören zwei gg und vom Pyramidenwürfel $2a : \infty a$ vier hhhh den Kreisdurchmessern an, die übrigen kann man als Coordinatenkreise betrachten, welche punktirt gezeichnet die Axen als Sehne haben: beim Granatoeder durch 1, beim Pyramidenwürfel durch $\frac{1}{2}$ und 2 gehen. Diese Zahlen geben auf den Axen α und β die Schnitte der Sectionskreise an. Kreisbogen g mit dem Mittelpunkt a hat also den Ausdruck $\alpha : \infty\beta$; Kreisbogen $h_1 = 2\alpha : \infty\beta$ hat den

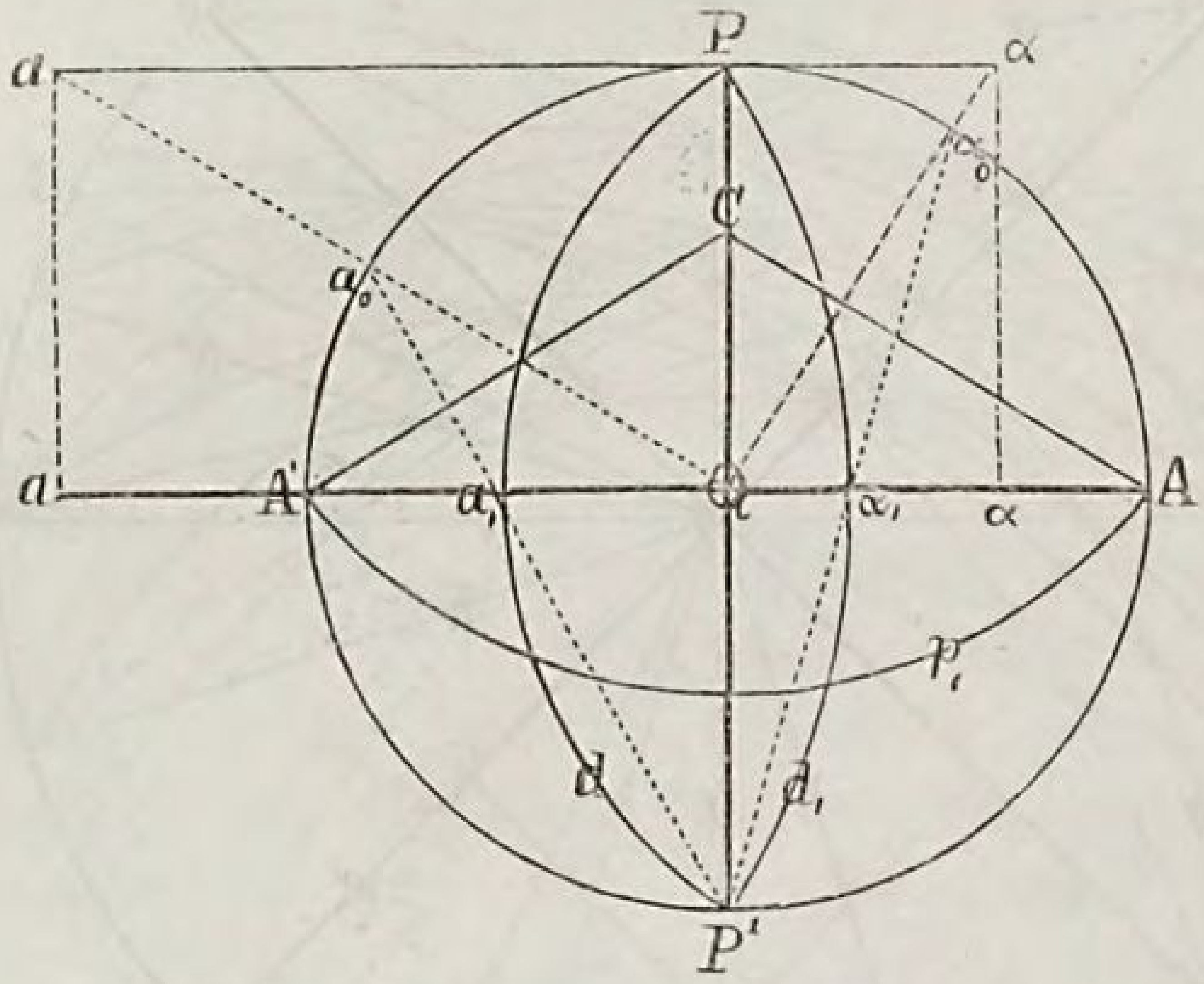


Mittelpunkt in $\frac{a}{2}$ und $h_1 = \frac{1}{2}\alpha : \infty\beta$ in 2a. Will man die Eintheilung weiter fortsetzen, so findet man $\frac{2}{3}\alpha$ durch Punkt $\frac{3}{2}$a und 3α durch Punkt $\frac{1}{3}$a. Weitere Punkte braucht man für die gewöhnlichen Körper des regulären Systems nicht. Der Oktaeder-Kreis $o = \alpha : \beta$ mit dem Granatoeder g als Sehne hat den Mittelpunkt in o = a, b = 1, 1, ich darf denselben nur mit Q verbinden, darauf durch Q die Senkrechte DD ziehen, und mit dem Zirkel von o nach D hinfassen. So finde ich allgemein jeden Kreis, z. B. $x = \frac{3}{2}a, \frac{1}{2}b$ mit Q verbunden, und EE dagegen senkrecht gelegt geht durch $\frac{2}{3}\alpha : 2\beta$. Habe ich dagegen schon durch Coordinatenkreise die Punkte bestimmt, so brauche ich die Construction der Sehne EE nicht, sondern greife blos mit der Zirkelspitze von x aus nach $\frac{2}{3}\alpha$ oder nach 2β. Auf diese Weise sind alle Kreise sofort gezogen, und mit der gleichen Sicherheit, wie die ebene Projection hinzustellen. Die Kreisfigur wird blos zusammengezogener, und nicht übersichtlicher, obgleich die punktirten Coordinatenkreise, wenn die Figur ausgeführt wird, uns wesentliche Dienste thun, und die Zonenübersicht erleichtern. Da im regulären Systeme alle Axen gleich sind, und 1 gesetzt werden können, so ist $\frac{1}{a} = \alpha = 1$, d. h. die reciproken Axen α, β und a, b unterscheiden sich nicht von einander. Kreis und Flächenprojection sind durchaus gleich, Sections- und Zonenlinien fallen zusammen. Will ich also den Ort von o suchen, so ist er durch die Coordinatenkreise gg eben so leicht zu finden, als durch die Sectionslinien gg. Da nun alle Orte durch zwei Sectionslinien gegeben sind, die zu einer Axe parallel gehen, so ist damit die Aufgabe für das reguläre System gelöst. Jeder wird die weitern Kreise plx ꝛc. nach der Figur sich leicht bestimmen.

Anders wird es dagegen bei ungleichaxigen Systemen, wo die reci-

proken Axen $a = \frac{1}{\alpha}$ und $b = \frac{1}{\beta}$ mit ins Spiel kommen. Schon das

Viergliedrige System macht uns das klar. Es sei ACA′ der Aufriß durch die Kanten eines stumpfen Oktaeders, so liegt im Perpendikel von Q auf CA gefällt der Ort der Kante und der zugehörigen Granatoederfläche A : C : ∞A. Legen wir nun durch den Pol P die Tangentialebene aα, so ist auf derselben α der gesuchte Ort, auf der Kugel dagegen α_0. Nehmen wir dann weiter die Aequatorialebene AA′ als Tafelkreis,



und denken das Auge in P′, so muß in α, der Ort von α_0 sein. Legen wir weiter die Oktaederkante CA durch den Mittelpunkt Q, so ist auf der Tangentialebene ihr Ort in a, der auf der Kugel nach a_0, und im Tafelkreise nach a, fällt:

$$P\alpha = Q\alpha = \alpha = \frac{1}{a} \text{ und } Pa = Qa = a = \frac{1}{\alpha}$$

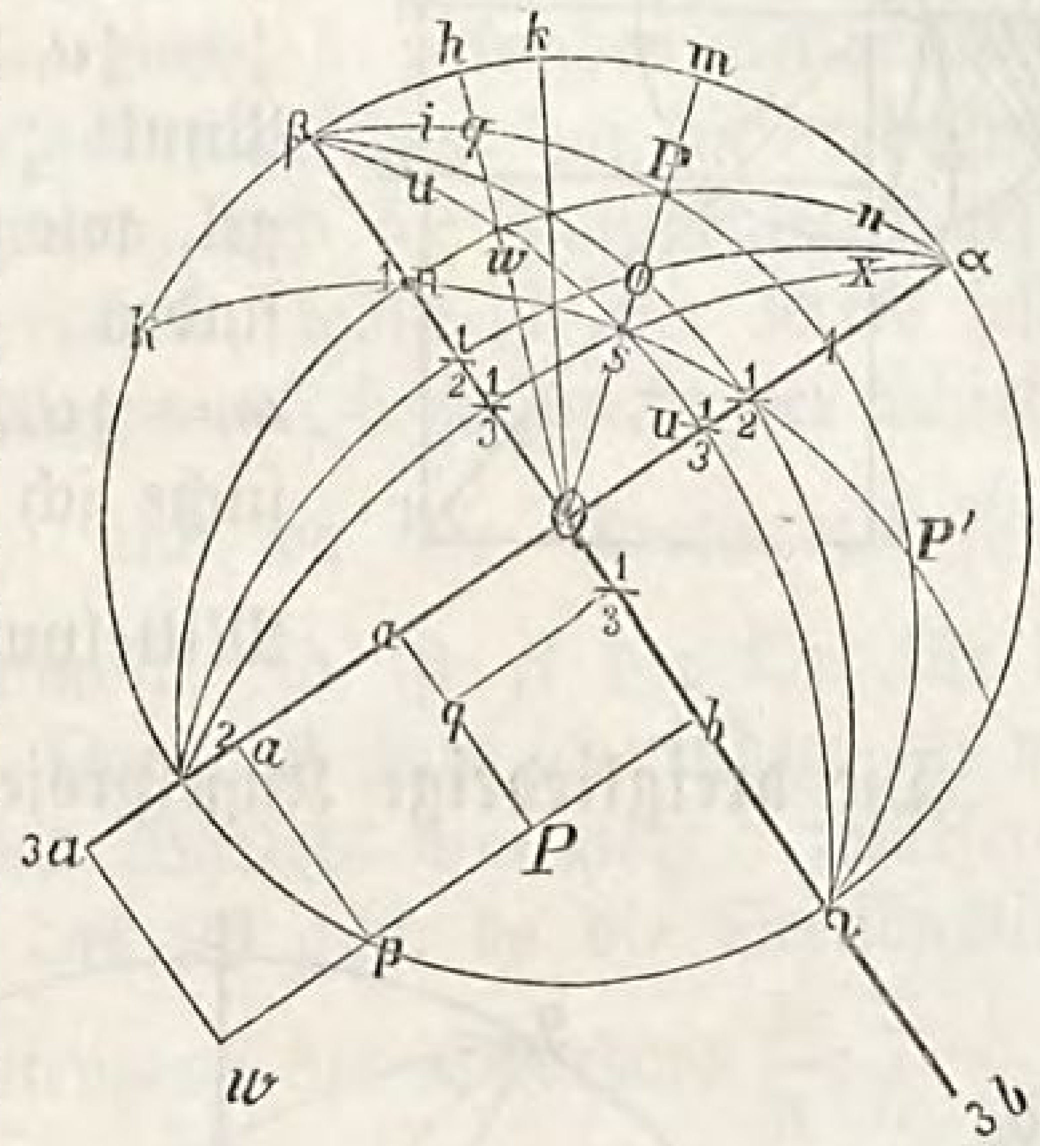
sind die reciproken Axen des Systems. Da QC : QA′ = QP : Qa, so sind, für den Kreishalbmesser = c = 1, Qa = a die Seitenaxen. Ist das gewählte viergliedrige Oktaeder stumpf, so müssen die Seitenaxen länger als die Hauptaxe c über den Tafelkreis hinaus fallen. Wäre das Oktaeder scharf, so wären sie kürzer, und fielen hinein, wie man sich durch die ganz gleiche Construction sofort klar macht.

Natürlich könnte man die Axenverhältnisse auch ohne Construction durch Rechnung finden. Nähmen wir beim Vesuvian c : a = 1 : 1,8, folglich $\alpha = \frac{1}{a} = \frac{1}{1{,}8} = 0{,}555$, und hätten einen Tafelkreis von 20 mm Radius gewählt, so wäre c : a = 20mm : 36mm, und $\alpha = \frac{1}{a} = 11$mm. Diese wenigen Data genügen zur Entwerfung der Figur. Denn schlagen wir um Axe a einen Kreis rechts durch P und P′, so gibt es den Zonenkreis d,, und den Flächenort α,; und schlagen wir um α einen Kreis links durch PP¹, so gibt es den Sectionskreis der Dodecaederfläche d. Wollen wir daher die Orte und zugehörigen Zonenkreise finden, so müssen wir uns mit den Seitenaxen a eine ebene Projection entwerfen, um dadurch sämmtliche Orte und Zonenkreise ganz wie beim regulären Systeme zu finden. Wollen wir dagegen nicht die Flächenorte, sondern die Sectionskreise, so müssen wir mit den reciproken Seitenaxen α die ebene Projection entwerfen, um in völlig reciproker Weise die nöthigen Mittelpunkte der Sectionskreise zu erhalten. Wir dürfen in allen Fällen

die gefundenen Mittelpunkte nur mit Q verbinden, eine senkrechte gegen diesen Strahl durch Q legen, um damit die Sehne des gesuchten Kreises construirt zu haben. Es mag das der

Zweigliedrige Schwefel klar machen. Dr. Brezina fand die Axen

$a:b:c = 0{,}43:0{,}53:1$ daher $\alpha:\beta = 2{,}3:1{,}9$.

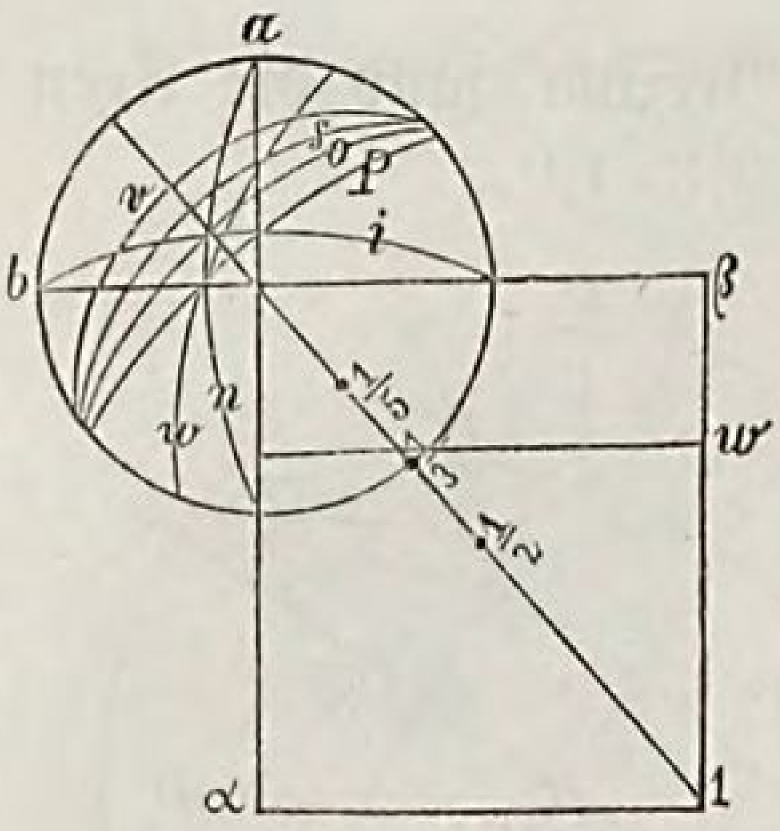


Beim Entwerfen des Bildes wird der Radius immer = 1 gesetzt. Nehmen wir denselben 20mm, so kommt $a:b:c = 8{,}6:10{,}6:20$ und $\alpha:\beta = 46:38$. Construiren wir zuerst die **Orte**, so trage im untern Quadranten die Axenlängen a = 8,6 mm und b = 10,6 mm ab, ziehe mit a den Coordinatenkreis $i = \alpha:\infty\beta$, mit b den Coordinatenkreis $n = \beta:\infty\alpha$; ferner mit 3a den Coordinatenkreis $u = \frac{1}{3}\alpha:\infty\beta$ und mit 3b den Coordinatenkreis $x = \frac{1}{3}\beta:\infty\alpha$ ꝛc., so sind die Orte i und u in α nebst n und x in β gefunden. Zu gleicher Zeit liegt Ort $P = \alpha,\beta$ des obern Quadranten in den Coordinatenkreisen i und n, und $s = \frac{1}{3}\alpha, \frac{1}{3}\beta$ in den Ordinatenkreisen u und x. Fläche $\omega = 3a:b$ hat den Ort in den Ordinatenkreisen n und u. Säule $m = a:b:\infty c$ liegt im Radius PQ. Um $o = 2a:2b$ zu finden, ziehen wir die Coordinatenkreise $\frac{1}{2}\alpha$ und $\frac{1}{2}\beta$ mit Hilfe der Axen 2a und 2b. Würde die neue Fläche $q = a:\frac{1}{3}b$ gesucht, so muß der Ort im Coordinatenkreise $i = \alpha:\infty\beta$ liegen, ich greife dann nur von $\frac{1}{3}b$ nach α und treffe mit dieser Zirkelspannung den Ort q. Kurz es bleibt kein Problem über, das nicht so gleich gelöst wäre. Ich glaube die Sache nicht ausführen zu sollen.

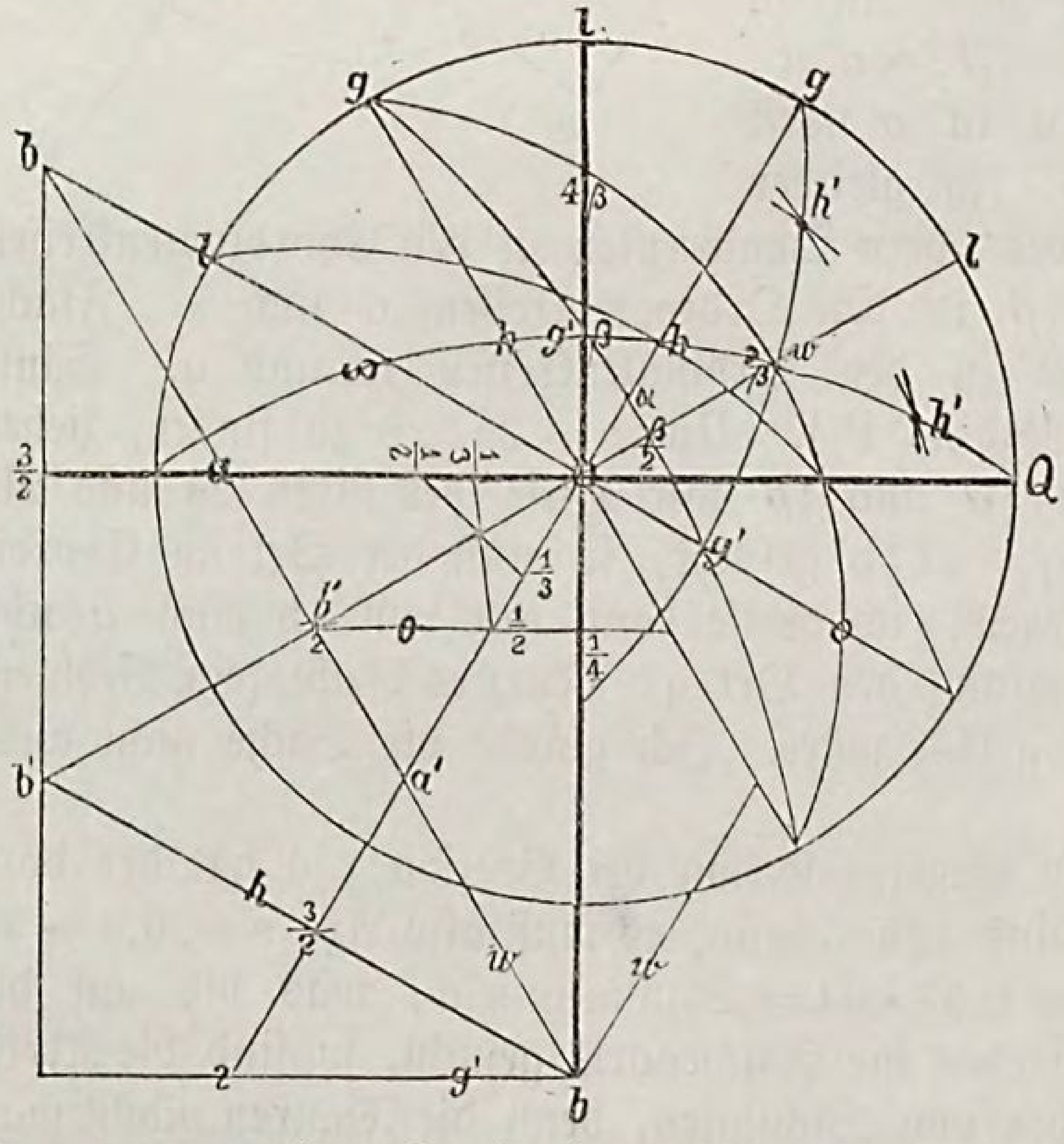
Prüfen wir noch die Kugelprojection bei Brezina, so hat der dortige Tafelkreis einen Radius von 54mm, es muß also Axe $a = 0{,}43 \cdot 54 = 23{,}2$mm und Axe $b = 0{,}53 \cdot 54 = 28{,}6$ mm sein, was bis auf die Decimalstelle stimmt. Werden die Flächenorte gesucht, so sind die Kreise alle Zonenkreise, und daher von Wichtigkeit, denn die Figuren macht man ja überhaupt nur, um den Zonenzusammenhang zu erkennen. Die Säule $k = 2a:b:\infty c$ liegt im Radius, der durch den Punkt der Coordinatenkreise $\frac{1}{2}\alpha:\infty\beta$ und $\beta:\infty\alpha$ geht. Aus demselben Grunde geht $h = 3a:b:\infty c$ durch den Ort der Fläche ω. Alles das übersieht man leicht. Brezina zieht nun aber noch eine wichtige Zone durch k n s P', die einem nicht so leicht einfällt. Da ist dann immer wieder die Projection auf der Ebene vorzuziehen, hier sieht man sofort, daß der Zonenkreis durch $\beta:\frac{1}{2}\alpha$ geht. Dies erkannt, construirt man blos den Punkt $p = 2a, b$, setzt die Zirkelspitze ein, spannt nach β oder $\frac{1}{2}\alpha$, um den Kreis sofort zu haben.

Die **Sectionskreise** zu construiren, müssen wir die reciproken Axen

$\alpha:\beta = 2,3:1,9$ zu Hilfe nehmen. Dieselben werden, wenn wir den Radius 10 mm setzen, 23 mm und 19 mm. Punkt α gibt den Sectionskreis $i = a:\infty b$, und β den $n = b:\infty a$. Den Oktaederkreis $P = a:b$ gibt Punkt $1 = \alpha, \beta$; den Oktaederkreis $o = 2a:2b$ gibt Punkt $\frac{1}{2} = \frac{1}{2}\alpha, \frac{1}{2}\beta$; den Oktaederkreis $s = 3a:3b$ gibt Punkt $\frac{1}{3} = \frac{1}{3}\alpha, \frac{1}{3}\beta$; den Oktaederkreis $\nu = 5a:5b$ gibt Punkt $\frac{1}{5} = \frac{1}{5}\alpha, \frac{1}{5}\beta$. Alles nach der gleichen Regel, wie vorhin. Wollten wir z. B. $\omega = b:c:3a$ finden, so construiren wir den Mittelpunkt $\omega = \frac{1}{3}\alpha, \beta$. Ueberhaupt ist alles reciprok, d. h. suche ich einen Sectionskreis $ma:nb$, so ist sein Mittelpunkt $\frac{\alpha}{m}, \frac{\beta}{n}$.



Die **dreigliedrige** Kugelprojection können wir uns an dem regulären System in dreigliedriger Stellung klar machen. Gehen wir vom Würfel als Hauptrhomboeder $\omega = a:a$ aus, so liefert das Oktaeder die Projectionsebene $\infty a:\infty a$ und das nächste schärfere Oktaeder $o = \frac{1}{2}a':\frac{1}{2}a'$; das Granatoeder die 2te sechsseitige Säule $g = a:\frac{1}{2}a:a:\infty c$ und das nächste stumpfere Rhomboeder $g' = 2a':2a'$; der Pyramidenwürfel das Dihexaeder $h = 3a:\frac{3}{5}a$ und den gewöhnlichen Dreikantner



$h' = \frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a$; das Leucitoeder gibt uns die erste sechsseitige Säule $l = a:a:\infty a:\infty c$ ꝛc. Setzen wir die Würfelkante = 1, so ist die digonale Axe $a = \sqrt{2}$, und die trigonale $c = \sqrt{3}$. Nehmen wir dies zu den Axen, so ist nach pag. 60 $b = a\sqrt{3}$, folglich

$$a:b:c = \sqrt{2} : \sqrt{2 \cdot 3} : \sqrt{3} = \sqrt{\tfrac{2}{3}} : \sqrt{2} : 1$$

$$\alpha:\beta:c = \sqrt{\tfrac{3}{2}} : \sqrt{\tfrac{1}{2}} : 1 = \tfrac{3}{2}\sqrt{\tfrac{2}{3}} : \tfrac{1}{2}\sqrt{2} : 1 = \tfrac{3}{2}a : \tfrac{1}{2}b : 1,$$

d. h. $a = \frac{2}{3}\alpha$ und $b = 2\beta$.

Wollen wir jetzt die **Orte** der Flächen auf der Kugel darstellen, so ziehen wir einen beliebigen Kreis, setzen den Radius = 1, so gibt die Quadrantsehne $b = \sqrt{2}$, und der Schnitt der Würfelfläche $a = \frac{2}{3}\sqrt{\frac{3}{2}} = \sqrt{\frac{2}{3}}$.

Mit diesen Axen a und b operiren wir, indem wir, wie bei der Rechnung, zwei aufeinander senkrecht stehende auszeichnen, und darauf alles beziehen. Da die drei Sextanten einander vollkommen gleichen, so haben wir damit das Problem auf das Zweigliedrige zurückgeführt. Um den Zonenzusammenhang leichter aufzufassen, dürfen wir in der Projection auf die Würfelfläche pag. 112 die drei Oktaederkantenzonen nur mit Roth und die zwischenliegenden von o nach h gehenden Oktaederdiagonalzonen mit Blau bezeichnen, um sofort einzusehen, daß die drei Kreisdurchmesser a (ol) den Oktaederkantenzonen, und die Zwischendurchmesser b (og) den Oktaederdiagonalzonen entsprechen, während der Kreis selbst eine Granatoederkantenzone darstellt. Axenpunkt b entspricht der Würfelkante ω/ω, daher ist $\frac{1}{b} = \beta$ ihr Ort, und da die Granatoederfläche $g' = 2a' : 2a'$ diese Kante gerade abstumpft, so ist β der Ort für die Rhomboederfläche dieses Dodekaeders. Punkt β finde ich, indem ich von b nach Q fasse, und die Kantenzone des Würfels $\omega\omega$ ziehe. Würfelort ω hat seinen Gegenpunkt in $\frac{1}{2}b'$, weil das 2β gibt, da die Sectionslinie des Würfels $\frac{a}{1} : \frac{b}{2} : \frac{a}{1}$ folglich die Kantenzone des Oktaeders $\frac{1}{a} : \frac{2}{b} : \frac{1}{a} = \alpha : 2\beta : \alpha$ haben muß. Sectionslinie $o = \frac{1}{2}a' : \frac{1}{4}b : \frac{1}{2}a'$ gibt von $\frac{1}{4}b$ nach Q gespannt 4β d. h. den Ort der Oktaederfläche, und der Mittelpunkt des Oktaederkantenzonenkreises oo liegt in $\frac{1}{2}b'$. Mit dem Orte einer Rhomboederfläche ist zugleich der Kantenzonenkreis ihres nächsten schärfern Rhomboeder gegeben: $\frac{\beta}{2}$ hat ihren Gegenpunkt in 2b', durch welchen die Sectionslinie des Leucitrhomboeders $4a : 2b' : 4a$ geht, folglich $\frac{\beta}{2}$ der Ort dieses Leucitrhomboeders, zu gleicher Zeit ist damit aber auch der Kantenzonenkreis g'g' des Granatoeders gegeben. Denken wir uns die drei Zonenkreise des Granatoederrhomboeders vollständig gezogen, so liefern die Würfelkantenzonenkreise $\omega\omega$ das 1ste stumpfere, und die Oktaederkantenzonenkreise OO das 2te stumpfere Rhomboeder dazu. Wir haben hier das Umgekehrte, als bei der Linearprojection, wo das Oktaeder das schärfere und das Granatoeder das stumpfere vom Würfel geben. Was also die eine Projection nach außen, kehrt die andere nach innen.

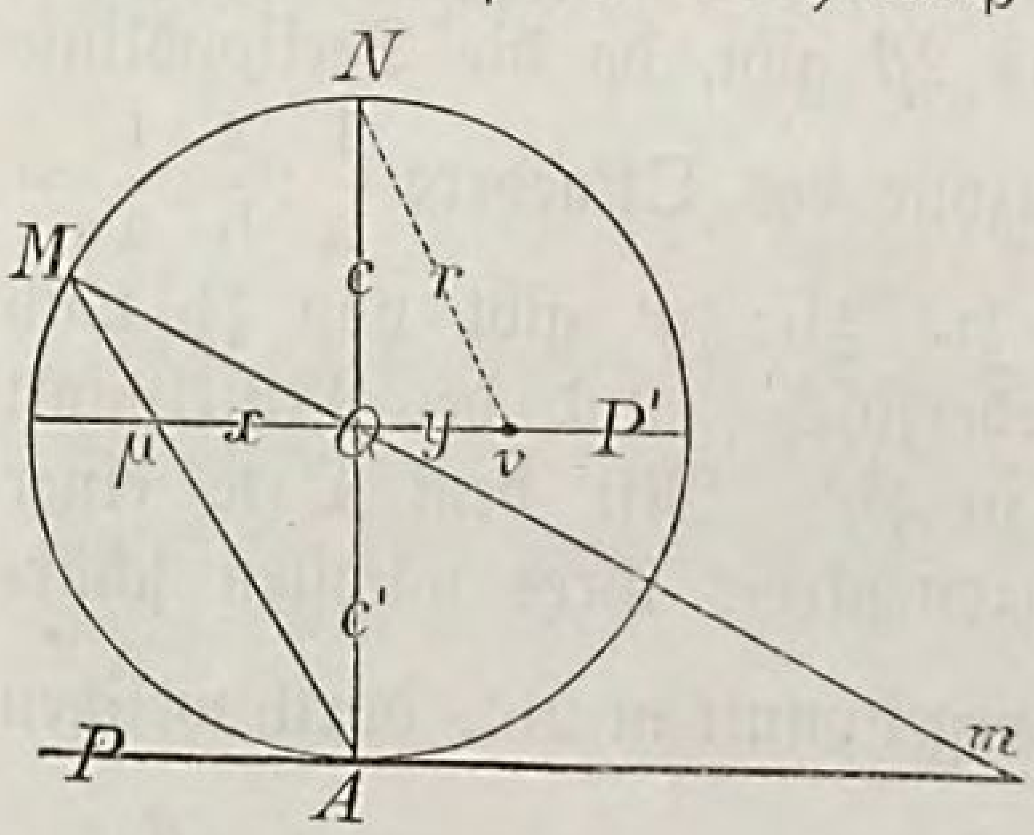
Die eigentlichen Coordinatenkreise fallen den Dihexaedern von der Form $ma : \frac{m}{2}a : ma$ zu: dahin gehört das Dihexaeder des Pyramidenwürfels $3a : \frac{3}{2}a : 3a$, wir dürfen blos in $\frac{3}{2}a'$ einsetzen, so gibt der Zonenkreis lh im Durchschnitt mit Würfelkantenkreise $\omega\omega$ den Ort h. Dreikantner $h' = \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a$ ergibt sich, wenn ich mit $\frac{1}{2}a$ auf a' und mit $\frac{1}{3}a$ auf a Coordinatenkreise ziehe und vice versa. Die Orte h' und h' liegen zu gleich in der Würfelkantenzone $\omega\omega$, was eine Controle für die Sicherheit abgibt.

Das **Zweiundeingliedrige** System auf rechtwinkliche Axen bezogen wird ganz wie das Zweigliedrige behandelt. Wollen wir dagegen schiefe

Axen, so ist die Projection auf die Medianebene das Einfachste. Doch verweise ich in dieser Beziehung auf meinen Grundriß der Krystallographie pag. 346.

Das **reciproke Verhältniß** zwischen Flächen und Flächenorten wirft ein Licht auf die Bildung der Krystalle überhaupt: man kann jede ihrer Flächen als die Resultante von drei parallel den Axen wirkenden Kräften denken. Hätten wir z. B. drei Axenkräfte c, ma, nb, so müßte die Wirkung eine Fläche sein, die senkrecht auf deren Resultante stände. Eine solche Fläche hat aber für c = 1 den reciproken Ausdruck $\frac{1}{c}:\frac{1}{ma}:\frac{1}{nb} = 1:\frac{\alpha}{m}:\frac{\beta}{n}$. Der Achtundvierzigflächner $a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a$ ist daher durch die drei Kräfte a, 2a, 3a erzeugt. Wo die 3a wirkte, mußte die Fläche dem Krystallcentrum näher treten, als wo die 2a und die a wirkten. Die kleinere Zahl des Flächenausdrucks bedeutet daher stets die größere Zugkraft.

Das **reciproke** Verhältniß zwischen Punkten (Orten) und Linien macht man sich leicht durch nebenstehenden Aufriß klar: P ist unsere Projectionsebene, Q der Scheitelpunkt, durch welche alle Reductionsebenen gehen. Dieselben müssen in der obern Projectionsebene P' einen Wirtel von Linien machen, die alle sich in Q schneidend respective den Sectionslinien in der untern Ebene P parallel gehen. Denken wir uns jetzt über P' die Halbkugel mit ihrem Pol N und einem Halbmesser c = 1, so bilden unsere Reductionsebenen über Q hinaus verlängert auf der Kugeloberfläche die zugehörigen Sectionskreise. Wollen wir nun das gewölbte Bild auf den Tafelkreis P' bringen, so ziehen wir den untern Halbkreis c' aus, er wird, da c' = c = 1 ist, die untere Ebene P in A tangiren, wo das Auge liegt. Ist nun eine beliebige Zonenaxe Qm, deren Fußpunkt m vom Centrum der Linearprojection um m absteht, so ist M der Ort auf der Kugelfläche, und μ der des Tafelkreises. Die ganze Frage dreht sich nun darum, den Mittelpunkt ν so zu finden, daß $r = \sqrt{y^2+1} = x + y$ ist.



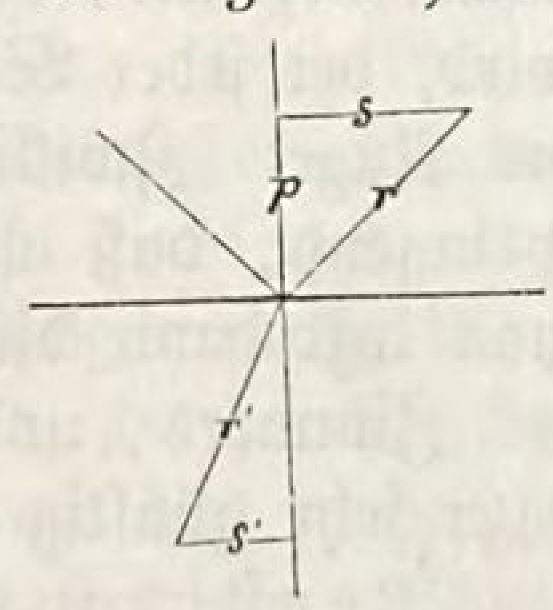
$y^2 + 1 = x^2 + y^2 + 2xy$ gibt $y = \frac{1-x^2}{2x}$. Da die Hypotenuse $Qm = \sqrt{m^2+1}$, so verhält sich $m : x = 1 + \sqrt{m^2+1} : 1$, $x = \frac{m}{1+\sqrt{m^2+1}}$, dies in y gesetzt, gibt $y = \frac{1}{m}$, d. h. wenn ich irgend einen Zonenpunkt der untern Projectionsebene auf dem Tafelkreise darzustellen habe, so liefert die reciproke Entfernung des Punktes m vom Mittelpunkte A das Centrum des gesuchten Kreises $\nu\mu$, worin $\nu Q = \frac{1}{m}$ ist.

Optische Eigenschaften.

Da dieselben sich der Structurlehre eng anknüpfen, so wollen wir gleich hier das Wichtigste darüber sagen. Hauptquellen sind: **Herschel**, Vom Licht, aus dem Englischen übersetzt von Dr. Schmidt 1831. Dr. **Beer**, Einleitung in die höhere Optik 1853. Besonders klar **Pouillet's** Lehrbuch der Physik und Meteorologie, überarbeitet von Dr. Müller. Braunschweig 1843, 11te Aufl. 1872. Brewster, a Treatise on Optics. London 1853.

Einfache Strahlenbrechung.

Tritt das Licht aus einem Medium in ein anderes, so wird es auf der Grenze plötzlich von seinem Wege abgelenkt, gebrochen, im dichtern Medium dem Perpendikel zu. Einfallswinkel heißt der, welchen Strahl r mit Perpendikel p macht. Einfallender, reflektirter und gebrochener Strahl liegen mit dem Perpendikel in einer Ebene. Der Einfallswinkel ist dem Reflexionswinkel gleich. Auf diesem Gesetz beruht das Reflexionsgoniometer pag. 14. Macht man r des einfallenden Strahls = r' am gebrochenen, und fällt von r und r' die Sinus s und s' auf Perpendikel p, so ist



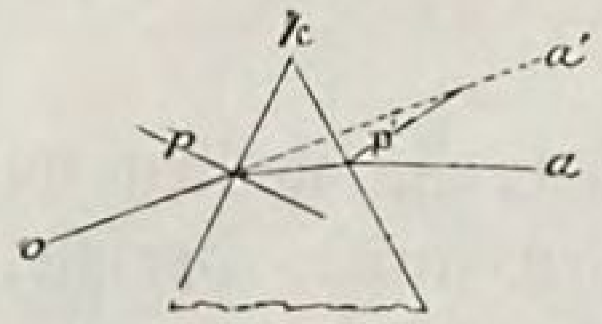
s : s' = sin Einfallswinkel : sin Brechungswinkel

eine constante Größe, **Brechungsexponent** oder Index genannt. Für Wasser = 4 : 3 = 1,336; Crownglas = 1,533; Quarz = 1,548; Flintglas = 1,6; Sapphir = 1,768; Granat = 1,815; Diamant = 2,47; Rothbleierz = 2,926. Je größer der Brechungsexponent, desto bedeutender ist auch die Vergrößerungskraft des Minerals, daher wurden von englischen Optikern früher Granat- und Diamantlinsen sehr empfohlen, und von Pritchard verfertigt (Pogg. Ann. 1829 Bd. 15 pag. 517). Der Diamant zeigt auch eine viel geringere sphärische und chromatische Aberration als ihm gleiche Linsen von Glas, was den Werth noch sehr erhöhen würde, wenn nur die Verfertigung nicht so außerordentlichen Schwierigkeiten unterworfen wäre (Mohl Mikrographie pag. 47).

Wenn beim Wasser der Einfallswinkel 90° beträgt, so ist der Brechungswinkel erst $48\frac{1}{2}$°, alles Licht, was unter einem größern Winkel aus Wasser in die Luft heraus will, wird im Wasserspiegel total reflectirt. Daher nennt man $48\frac{1}{2}$° den Grenzwinkel. Diamant hat

sogar einen Grenzwinkel von 23° 53', daher kann kaum mehr als der vierte Theil des Lichtes direct heraus, das übrige wird zuvor an der Oberfläche zurück- und im Steine hin- und hergeworfen, in Farben zerlegt, worauf vorzugsweise die Pracht seines Anblicks beruht.

Wenn schon durch parallele Flächen gesehen der Gegenstand etwas von seinem Orte rückt, so ist das noch in höherm Grad durch geneigte (Prisma) der Fall. Die brechende Kante k verschiebt die Sachen um so mehr, je größer ihr Winkel ist, und zwar nach der Gegend hin, wo

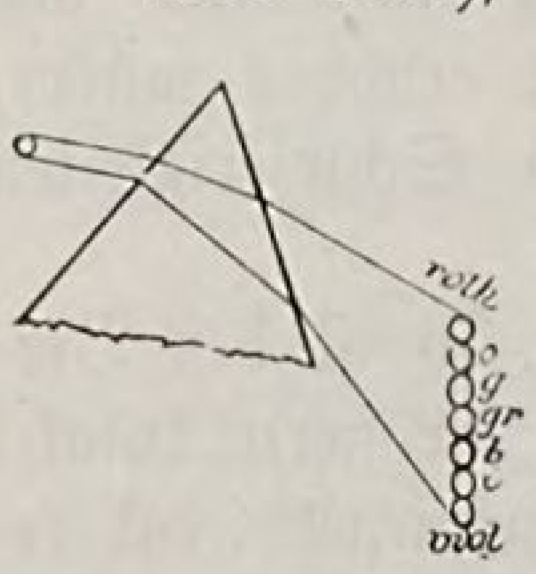


sie liegt. Fällt z. B. ein Lichtstrahl o auf die Fläche des Prisma's, so muß er beim Eintritt dem Perpendikel p zu, beim Austritt von p' ab gebrochen werden, also eine doppelte Ablenkung erfahren. Das Auge o meint nun den Gegenstand a in a' zu sehen: bei horizontaler nach oben gerichteter Kante k wird das a bedeutend gehoben, bei vertikaler bedeutend zur Seite geschoben.

Anwendung. Nimm einen Axinitkrystall in die linke Hand und lege eine seiner scharfen Kanten aufrecht gegen einen Finger der rechten: siehst du nun direkt gegen das Fensterlicht, so ist das Prisma dunkel, so wie du aber rechts um vom Fenster weg siehst, so wird es plötzlich ganz durchleuchtet, weil erst bei dieser schiefen Stellung zum Fenster das Licht direkt ins Auge treten kann. Oder sieh durch die Endflächen eines brillantirten Quarzes senkrecht gegen ein Licht, so kannst du den Brillant leicht so stellen, daß in der Mitte nur ein einziges Licht wahrgenommen wird, bei jeder Wendung des Kopfes treten dann erst Reihen von Lichtern ins Auge. Zwillingskanten sind oft so stumpf einspringend oder ausspringend, daß man sie sehr vorsichtig im Lichtreflex untersuchen muß, man legt dann die brechende Kante horizontal, geht in den Hintergrund des Zimmers, und sieht nun gegen die Helle. Auch das Kerzenlicht ist dazu sehr günstig.

Zerstreuung des Lichtes findet stets Statt, sobald es durch das Prisma geht. Es entsteht ein Spectrum mit den bekannten sieben Farben, aus welchen das weiße Sonnenlicht besteht. Man sieht diese Farben nicht blos durch das Prisma, sondern kann sie auch auf eine Wand fallen lassen. Das Lichtbündel zeigt sich dann in die Länge gezogen, und zwar um so länger, je größer der Einfalls- und Brechungswinkel und je ferner die Wand vom Prisma ist. Dann ist aber auch die Mineralsubstanz noch von wesentlichem Einfluß.

Das Roth, unter allen die brennendste Farbe, wird am wenigsten gebrochen, muß also allemal der brechenden Kante zu

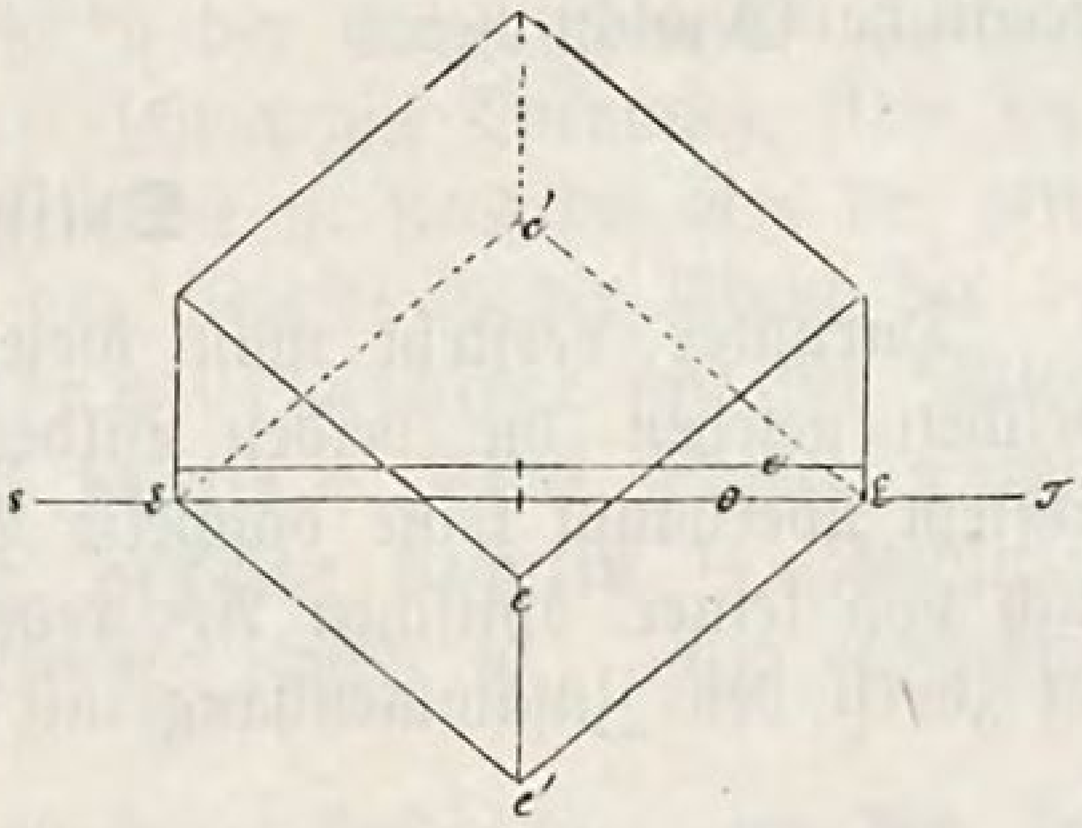


liegen. Die stärkste Brechung widerfährt dem Violett am entgegengesetzten Ende, dazwischen liegen vom rothen zum violetten Pole Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo. Grün und Blau stechen darunter am stärksten hervor. Ueber dem Roth hat Lila die kürzesten, unterm Violett Braun die längsten Wellen. Diese prismatischen Farben

sind einfache (homogene), und werden durch ein zweites Prisma gesehen nicht wieder zerlegt. Das Prisma ist daher ein treffliches Instrument, um zu untersuchen, welche Farben der Minerale **homogene** sind oder nicht. Auch die Wärmestrahlen sind im Spectrum sehr ungleich vertheilt: die meiste Wärme liegt noch über dem Rothen, wo das Auge keine Farbe mehr sieht; die geringste dagegen unter dem Violett, wo die unsichtbaren Strahlen noch chemisch wirken (chemische Strahlen). Aus der Länge des Spectrums geht hervor, daß die Farben der Lichtstrahlen verschieden gebrochen werden. Da nun aber die Substanzen in dieser Beziehung sich sehr verschieden verhalten, so gibt man immer die Differenz der Brechungsexponenten für rothes und violettes Licht an, und bekommt damit die totale Dispersion, die man wohl von der partiellen unterscheiden muß, welche einzelne sich näher liegende Farben haben. So hat Wasser für Violett 1,3309, für Roth 1,3441, also 0,0132 tot. Disp.; Flintglas 0,04, Diamant 0,056, Rothbleierz sogar 0,388—057. Diese starke Dispersion erhöht daher noch das schöne Farbenspiel geschliffener Gemmen. Die Verschiedenheit der totalen und partiellen Dispersion in verschiedenen Körpern hat den Achromatismus möglich gemacht: man kann zwei Prismen von Flint- und Crownglas so construiren, daß sie den Lichtstrahl blos ablenken und nicht zerstreuen.

Doppelte Strahlenbrechung.

Alle Minerale, welche nicht im regulären System krystallisiren, zeigen dieselbe, d. h. man sieht durch sie statt eines zwei Bilder. Diese Bilder (Strahlen) sind beim 1gl., 2+1gl. und 2gl. Systeme beide außerordentlich (extraordinär); beim 4gl., 3gl. und 6gl. dagegen bleibt eines ordentlich (ordinär). Die merkwürdige Eigenschaft der Doppelbrechung entdeckte Bartholin pag. 3 am durchsichtigen Kalkspath von Island, welcher darnach Doppelspath genannt wurde. Derselbe bildet noch heute das wichtigste Hilfsmittel zum Studium. Lege ein solches Rhomboeder mit seiner Fläche auf einen mit einem Punkt versehenen Strich ST, dann wirst du im Allgemeinen 2 Bilder sehen: ein ordinäres o, was höher liegt, als das extraordinäre e. Bringe ich das Auge senkrecht über die Fläche, so fällt das ordinäre Bild o genau in die Verlängerung der äußern unbedeckten Linie. ST. Halte das Auge in dieser senkrechten Lage und drehe das Mineral im Azimuth, so bewegt sich das tiefer liegende extraordinäre Bild e gegen



das feststehende ordinäre. Geht Linie ST der langen Diagonale εε der Rhomboederfläche parallel, so ist die Entfernung der beiden Linien ein Maximum, bei der Drehung des Krystalls nähern sie sich und decken sich in dem Augenblicke, wo die ST der kurzen Diagonale (c′ e′) parallel

geht. In diesem sogenannten Hauptschnitte pag. 90 liegen also o und e in einer und derselben Ebene, eine vollkommene Deckung der Bilder findet aber nicht Statt, weil die kleinen Querstriche der Linien noch auseinander fallen. Soll auch dieß geschehen, so muß ich den Krystall heben und die Ecke c so gegen das Auge herauf drehen, daß ich parallel der Hauptaxe cc' durchsehe, dann fallen auch die Striche und folglich beide Bilder o und e genau zusammen. Diese Richtung cc', welche der Hauptaxe des Krystalls entspricht, ist nur ein einziges Mal zu finden, es ist die Richtung der optischen Axe, welche also genau mit der krystallographischen Hauptaxe zusammenfällt. Senkrecht gegen diese Axe, also in der Ebene der krystallographischen Nebenaxen a gesehen, treten die Bilder am weitesten auseinander: hier wird der außerordentliche Strahl e = 1,483 und der ordentliche o = 1,654 (Differenz = 0,171) gebrochen. Je größer bei einem Mineral diese Differenz, und je dicker der Krystall, desto weiter treten die Bilder auseinander. Aus beiden Gründen ist der Kalkspath besonders geschickt. Beim Bergkrystall ist o = 1,548, und e = 1,548 bis 1,558, also die Differenz = 0,01 nur $\frac{1}{17}$ von der des Kalkspathes. Die Stücke müssen 17mal dicker sein, wenn sie gleiche Wirkung wie beim Kalkspath hervorbringen sollen.

Das Prisma läßt die Bilder weiter auseinander treten, um so mehr, je größer der brechende Winkel und je entfernter der zu betrachtende Gegenstand. Es beruht dieß auf denselben Gründen, wie die Erzeugung des Spectrums pag. 122, nemlich auf der verschiedenen Brechbarkeit der sieben Farben. Das gewährt ein treffliches Mittel, Gläser von Gemmen zu unterscheiden. Nimmt man z. B. einen geschliffenen Bergkrystall und sieht damit nach einem entfernten Lichte, so zeigt jede Facette eine doppelte Flamme, das Glas aber nur eine einfache. Der Brasilianische Gesandte legte am 29ten Juli 1858 einen Brillanten von 819 Karat vor, welchen ein Franzose Dupoisat auf 50 Millionen schätzte: Haidinger stellte ein Licht auf den Tisch, der Stein zeigte doppelte Bilder, war also ein Topas von 50 fl. Werth! Topase und Diamanten haben das gleiche specifische Gewicht 3,5.

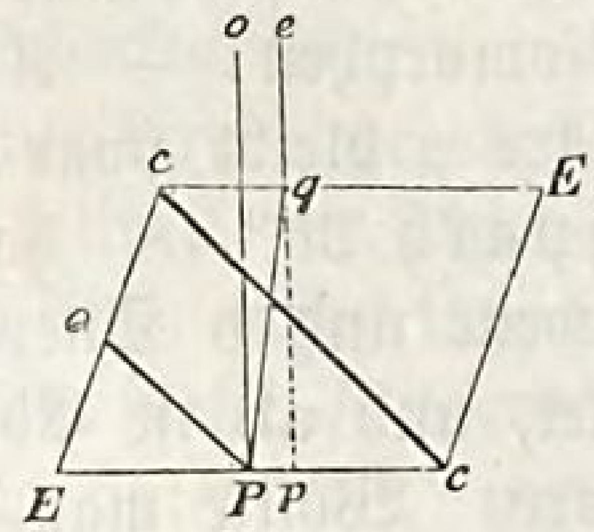
Optische Axen.

Darunter versteht man diejenigen Richtungen im Krystall, nach welchen gesehen die beiden Bilder sich decken. Da nun im regulären System überhaupt keine doppelte Brechung vorkommt, so kann man hier auch von keiner optischen Axe reden. Brewster (Gilberts Ann. 1821. 69. 1) hat zuerst den Zusammenhang mit der Krystallform nachgewiesen:

Optisch einaxige Krystalle

sind alle im 4gl., 3gl. und 6gl. Systeme. Optische Axe fällt hier mit Hauptkrystallaxe c zusammen. Biot (Gilbert's Ann. 1820. Bd. 65. 2) unterschied zweierlei Fälle:

1) Kalkspathgesetz (repulsiv oder negativ), der ordentliche Strahl wird stärker gebrochen als der außerordentliche. Betrachte ich einen Punkt P im Hauptschnitte cEcE des Kalkspaths, so gehe der ordinäre Strahl Po senkrecht hinauf ins Auge, dann macht der außerordentliche e den Weg Pq, geht aber bei seinem Heraustreten mit o parallel, und das Auge meint ihn in p zu sehen. Zieht man nun durch P die Axe des Krystalls PQ parallel cc, so leuchtet ein, daß der ordentliche Strahl o der Axe näher liegt also stärker gebrochen wird, als der außerordentliche e. Zu dieser Gruppe gehört Glimmer, Beryll, Turmalin, Corund, Vesuvian, Apatit, Buntbleierz, Anatas, Honigstein, Rothgülden, Gehlenit, Nephelin rc.



2) Quarzgesetz (attraktiv oder positiv), hier wird umgekehrt der außerordentliche Strahl e stärker gebrochen, als der ordentliche o, er muß also innerhalb des Winkels QPo fallen, wird daher von der Axe PQ angezogen, und nicht zurückgestoßen, wie vorhin. Zu dieser Gruppe gehört Brucit, Chlorit, Chabasit, Dioptas, Eisenglanz, Zirkon, Zinnstein, Rutil, Eis, Phenakit, Zinnober rc. Ichthyophthalm ist positiv und negativ: Descloizeaux (Ann. des mines XI. 295) zählt 71 negative und 38 positive. Nach Fresnel fällt die optische Axe bei den **negativen** mit der **größten** Elasticität des Aethers, bei den **positiven** mit der **kleinsten** zusammen.

Optisch zweiaxige Krystalle

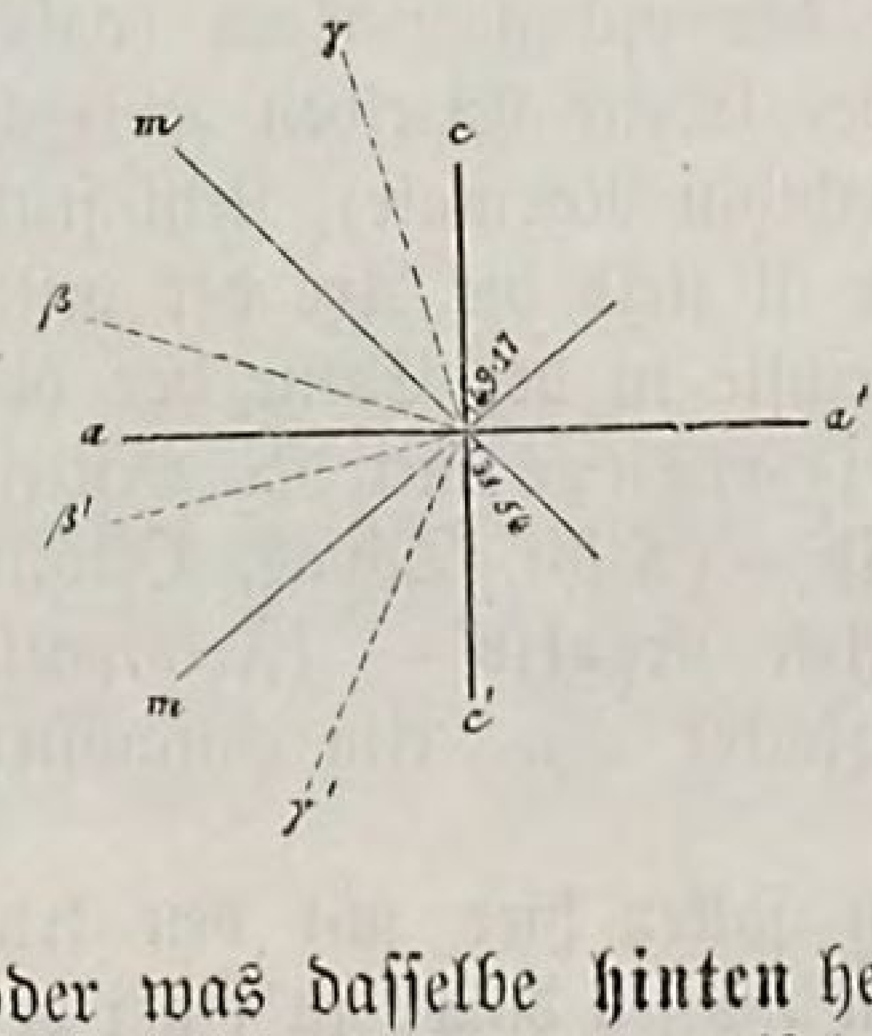
sind alle im 2gl., 2+1gl. und 1gl. Systeme. Nur zuweilen werden bei 1axigen scheinbare Ausnahmen wahrgenommen z. B. gelbes Blutlaugensalz, Kalkuranglimmer von Aetna, Honigstein, Turmalin. Die optischen Axen fallen zwar mit den krystallographischen nicht zusammen, stehen aber damit in symmetrischer Lage, und vollständiger Abhängigkeit. Fresnel unterschied statt zwei nun drei Elasticitätsaxen: 1) optische **Mittellinie** (bissectrice) halbirt den scharfen Winkel der optischen Axen; 2) optische Senkrechte halbirt den stumpfen Winkel der optischen Axen (daher auch 2te Mittellinie genannt), und steht in der Ebene derselben senkrecht auf die 1ste; 3) optische Queraxe (schlechthin Normale), steht senkrecht auf die Ebene der optischen Axen. Sie ist stets die Axe der mittlern Elasticität, während die größte und kleinste in der Ebene der optischen Axen liegt: fällt die **kleinste** Elasticitätsaxe mit der Mittellinie zusammen, so heißt der Krystall **positiv** + (Albit, Topas, Olivin, Gyps, Schwerspath, Eis rc.); mit der **größten negativ** — (Feldspath, Glimmer, Talk, Dichroit, Arragonit, Borax, Zucker rc.). Am einfachsten sind die Erscheinungen beim

Zweigliedrigen S. Die Elasticitätsaxen fallen hier mit den krystallographischen zusammen, beide optische Axen müssen daher in einer der drei Axenebenen (Hauptschnitt) liegen. Ich brauche also diese nebst der optischen Mittellinie nur zu nennen, um sogleich orientirt zu sein. So bilden z. B. am Weißbleierz die — optischen Axen 8°, liegen in der

Axenebene ac, und c ist Mittellinie, folglich b Queraxe; bei dem damit isomorphen — Aragonit mit 18° liegen sie in der Axenebene bc, Axe c bleibt zwar Mittellinie, aber a wird Queraxe; beim + Schwerspath 36° 48′ halbirt a den Winkel, ist daher Mittellinie, ac Axenebene und b Queraxe; beim — Bittersalz 50° 52′ halbirt b den Winkel, und ab ist Ebene der optischen Axen, folglich die aufrechte c Queraxe. Wollte man ein Symbol, was jeder mit den gewöhnlichen Axen vertraute Mineraloge sogleich verstünde, so müßte man sagen: Weißbleierz —c, ac 8°; Aragonit —c, bc 18°; Schwerspath +a, ca 36° 48′; Bittersalz —b, ba 50° 52′. Denn mit der Angabe der Mittellinie (—c, —b, +a) und der Ebene der optischen Axen (ac, bc, ab), ist die Lage des Winkels selbstverständlich. Durch die Mittellinie muß in der Ebene stets der **scharfe** Winkel halbirt werden, und zwar für alle Farben. Denn wenn auch bald das Roth (ϱ) bald das Blau (v) stärker gebrochen werden, also die Axen von Roth ($\varrho > v$) oder von Blau ($\varrho < v$) einen größern Winkel machen, so wird doch in der Symmetrie nichts geändert, die Farben gruppiren sich um die Mittellinie links wie rechts, und vorn wie hinten. Anders ist es beim

Zweiundeingliedrigen S., wo die Symmetrie jedenfalls zwischen vorn und hinten aufgehoben wird. Zunächst muß man zwei Hauptfälle auseinanderhalten (Pogg. Ann. 81. 151):

a) optische Axen liegen in der **Medianebene** b:∞a:∞c, welche den Krystall in eine linke und rechte Hälfte theilt. Krystallaxe b bleibt also in allen Fällen **Queraxe**, und steht senkrecht auf der Ebene der optischen Axen. Diese haben aber in ihrer Ebene zu den krystallographischen Axen ac eine unsymmetrische Lage, was eigentlich krystallonomisch gar nicht anders sein kann. Es ist das der gewöhnliche Fall, wie es beim Diopsid, Euklas, Titanit, Gyps, Realgar ꝛc. angetroffen wird. Um die Lage der optischen Axen zu bezeichnen, muß man den Winkel der Mittellinie m zur krystallographischen c angeben: also

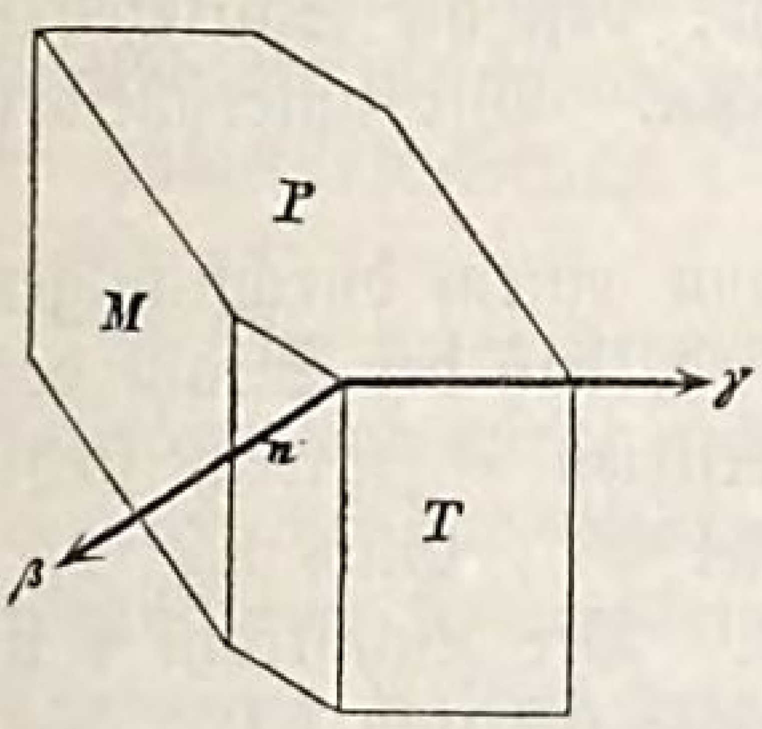


Augit +mc 38° 54′, $\beta\gamma$ 58° 58′, d. h. der Krystall ist positiv, und m tritt auf der Vorderseite nach oben heraus, wie die beiden optischen Axen $\beta\gamma$, deren Winkel durch m halbirt (29° 29′) wird. Würde man den **Euklas** in der Hauy'schen Weise stellen, wo P nach vorn liegt, so hätten wir +mc′ 49° 17′, $\beta'\gamma'$ 49° 38′, welchen Winkel die Mittellinie m halbiren muß. Die Mittellinie mit den Axen $\beta'\gamma'$ tritt also jetzt **unten**, oder was dasselbe **hinten** heraus, wie die Striche andeuten sollen. Wenn bei dem 2gl. S. die optischen Axen noch physikalisch gleich ($\beta = \gamma$) waren, so kann das hier nicht mehr der Fall sein, wie man aus der verschiedenen Vertheilung der Farben ersieht.

b) optische Axen liegen in einer **Schiefendfläche.** In diesem

Falle kann entweder die Medianlinie (Klinodiagonale A Feldspath) oder die Axe b (Borax) Mittellinie sein. Da nun alle Schiefendflächen der b parallel gehen, so ist ihre Lage durch die Neigung zur Axe c gegeben. Für die mediane Mittellinie m brauche ich nur den Winkel zur Axe c zu wissen: also Feldspath —mc′ 63° 53′, d. h. die optischen Axen liegen in P, welche mit c den gleichen Winkel macht. In diesem Falle ist wieder $\beta=\gamma$, $\beta\beta$ 70°, d. h. die optischen Axen schneiden sich unter 70°, und sind selbstverständlich jederseits von der Mittellinie m 35° entfernt. Beim Borax macht die Schiefendfläche der optischen Axen etwa 55° gegen c, aber —b ist optische Mittellinie. Es ist in solchen Fällen immer besser, eine kleine Beschreibung statt kurzer Symbole zu geben, die man doch nur vergißt. Gänzlich unregelmäßig verhält sich endlich das

Eingliedrige S. Gleich beim Albit, der dem Feldspath entgegen positiv + ist, fällt die Mittellinie ungefähr in die Axenebene bc, und schneidet die aufrechte c etwa unter 79°. Das beste leicht zu controlirende Beispiel bietet **Kupfervitriol.** Da entwirft man schnell eine kleine Figur, worin am Henhenoeder PMT die Fläche T so leicht am scheinbar rechten ebenen Winkel (88° 48′) erkannt wird, und gerade diese Kante P/T entspricht der einen optischen Axe γ; die andere β liegt auf n, welche die Säule M/T 122° 31′ abstumpft, und halbirt fast genau den ebenen Winkel von P/n mit T/n (112° 56′). Kann man die Abstumpfungsfläche der scharfen Säulenkante r benützen, so darf man nur im Krystalle mit dem Federmesser ihr parallel eine Furche ziehen, ein Stück abbrechen, auf einem gewöhnlichen Stein abschleifen, und in der Hand glatt reiben, um nach Verlauf von ein paar Minuten wenigstens ein rohes Bild der Axe γ im Polarisationsapparat zu sehen. Mehr braucht von Mineralogen nicht erwartet zu werden, das Feinere muß dem Physiker bleiben.



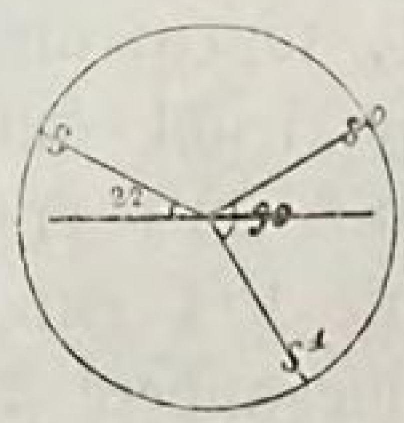
Merkwürdiger Weise fallen nach der Entdeckung Mitscherlich's (Pogg. Ann. 1826 VIII 520) beim Erwärmen des Gypses auf 70° R beide optische Axen zusammen, so daß der Krystall optisch einaxig wird. Die Geschwindigkeit, mit welcher sie sich gegen einander bewegen, ist jedoch bei beiden sehr verschieden (Pogg. Ann. 35. 85). Ueber 70° hinaus treten die Axen zwar wieder auseinander, aber in der Axenebene bc, welche gegen die Medianebene senkrecht steht. Bei Gypsen, wo das Paar $l = \frac{1}{3}a \frac{1}{4}b$ stark entwickelt ist (Iselshausen bei Nagold), kann man eine Axe durch l im Polarisationsmikroskop sehen. Man darf solche nur mit Gummi auf Glas kitten, alsdann auf einer heißen Platte erwärmen, so gewahrt man eine Lemniscate, die sich beim Abkühlen zu einem 1axigen Bilde zusammenzieht, und dann rechtwinklig entgegengesetzt wieder auseinander geht. Vollständig erkaltet sieht man blos noch das Ringsystem einer der Axen. Auch Natriumsulfuret und besonders Glauberit zeigen nach Descloizeaux

das Phänomen. Dazu kommen dann noch eine Menge Silicate Feldspath, Klinochlor, Blätterzeolith, Prehnit, Brookit ꝛc. von denen einige bei stärkerer und länger einwirkender Hitze sogar permanent werden, wodurch namentlich gewisse Kalifeldspäthe so wichtig geworden sind, Descloizeau, Ann. des mines 1862 Bd. 2.

Polarisirtes Licht.

Der eigenthümliche Name Polarisation rührt von Malus her, welcher 1808 zufällig mit einem doppelt brechenden Prisma das von den Fenstern des Palastes Luxemburg in Paris zurückgeworfene Licht der untergehenden Sonne betrachtete, und mit Staunen bemerkt, daß eines der doppelten Bilder bei der Drehung des Prisma's trüber werde. Aber nicht blos der Reflex, sondern auch durchsichtige Krystalle und organische Gewebe polarisiren, was bei letztern so weit geht, daß die Stärkezellen im Staube der Aegyptischen Gräber es noch zeigen. Wir unterscheiden hauptsächlich 2 Fälle:

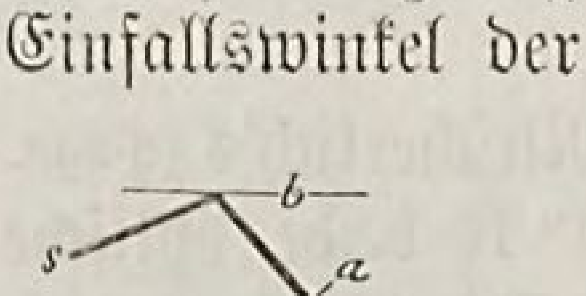
1) Wenn ein Lichtstrahl s so einfällt und von einem durchsichtigen Mittel nach s^0 so zurückgeworfen wird, daß der Strahl des durchgehenden Lichts s^1 auf den reflectirten s^0 senkrecht steht. Für Quarz beträgt der Einfallswinkel 33°, Glas 35° 25′, Kalkspath 31° 9′, Diamant 21° 59′. Der Lichtstrahl s ist also dann in zwei polarisirte Strahlen s^0 und s^1 zerlegt. Man kann aus diesem „Polarisationswinkel" auch den Brechungsexponenten finden, Pfaff, Pogg. Ann. 127, 150.



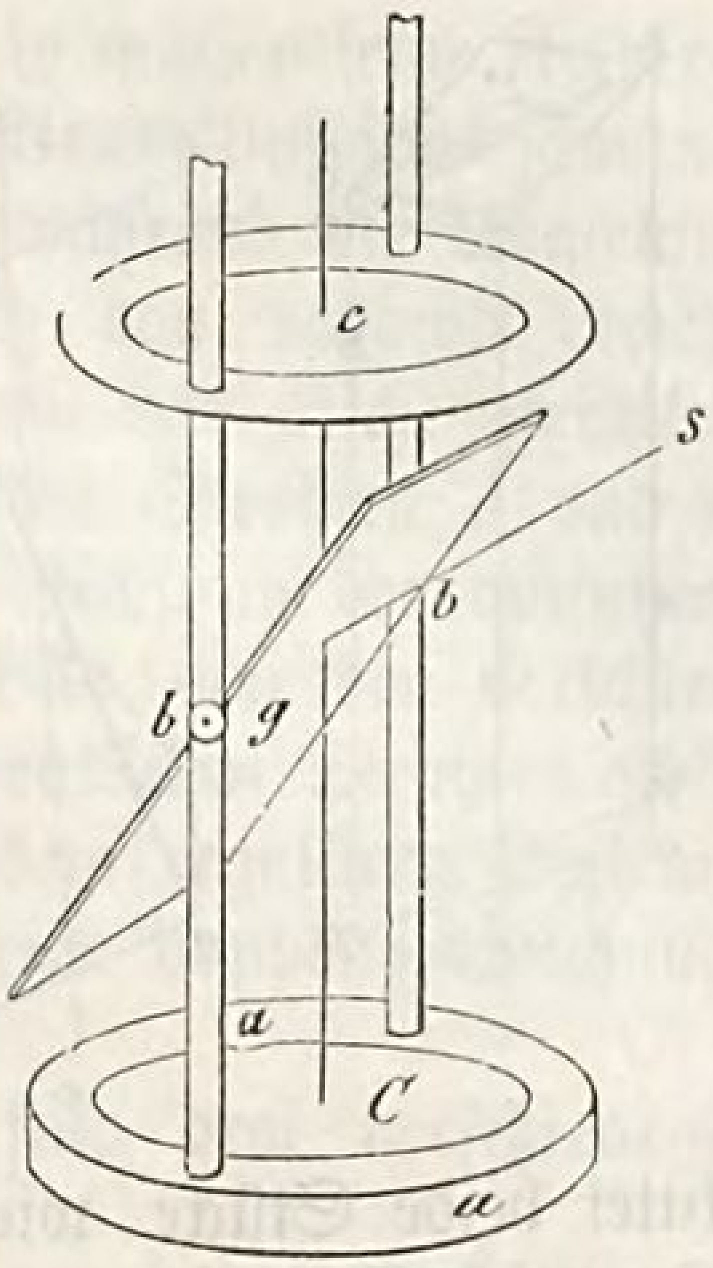
2) Wenn der Lichtstrahl durch ein krystallisirtes Mittel von doppeltbrechender Kraft geht. Daher sind die beiden Strahlen der optisch einaxigen und zweiaxigen Krystalle polarisirt.

Mittel, das polarisirte Licht vom unpolarisirten zu unterscheiden, gibt es vorzüglich drei:

a) In gewissen Lagen der Einfallsebene wird bei einem bestimmten Einfallswinkel der Strahl von einem polirten Mittel nicht reflectirt. Man macht sich das am besten durch zwei Brettchen (Spiegel) b b klar, die mittelst eines Stabes a, welcher den Strahl vorstellt, verbunden sind. Schneidet man den Stab senkrecht gegen seine Axe bei a durch, und hülst das eine Stück in das andere ein, so gehen die Bretter bei der Drehung der Hülse a im Azimuth aus ihrer Parallelität. Nur in zwei Fällen, bei der Parallelität und bei einer Drehung um 180° wird das Licht s vollkommen auf beiden Spiegeln nach s′ reflectirt; bei einer Drehung um 90° und 270° dagegen auf dem einen Spiegel nicht, und in allen Zwischenstellungen unvollkommen.



Nörrenberg'scher Polarisationsapparat: auf dem Fußgestell a a befindet sich ein horizontaler Spiegel C, darauf erheben sich zwei senkrechte Stäbe, zwischen welchen eine Glasplatte g (am besten von geschliffenem Spiegelglase) um zwei horizontale Zapfen b b beweglich ist.



Oben befindet sich ein Ring c, welcher, mit einer Glasplatte bedeckt, den zu betrachtenden Mineralen als Unterlage dient. Drehe ich nun das Glas g so, daß es verlängert den horizontalen Spiegel unter 54° 35′ (dem Complement des Polarisationswinkels) schneiden würde, so wird ein Theil des Lichtstrahls s, der unter dem Polarisationswinkel von 35° 25′ auffällt, senkrecht gegen den Spiegel C reflectirt. Der Spiegel wird also von polarisirtem Licht erleuchtet, und da nun die Gläser g und c durchlassen, so kann ein Mineral bei c im polarisirten Lichte beschaut werden. Näheres Pouillet Müller Lehrb. Phys. 1843 II. 266. Die Buchstaben aa, bb und cC sind orientirt, wie die gleichnamigen Axen eines Krystalls. Der polarisirte Strahl Cc schwingt parallel bb (Reusch, Pogg. Ann. 1854. 92. 336).

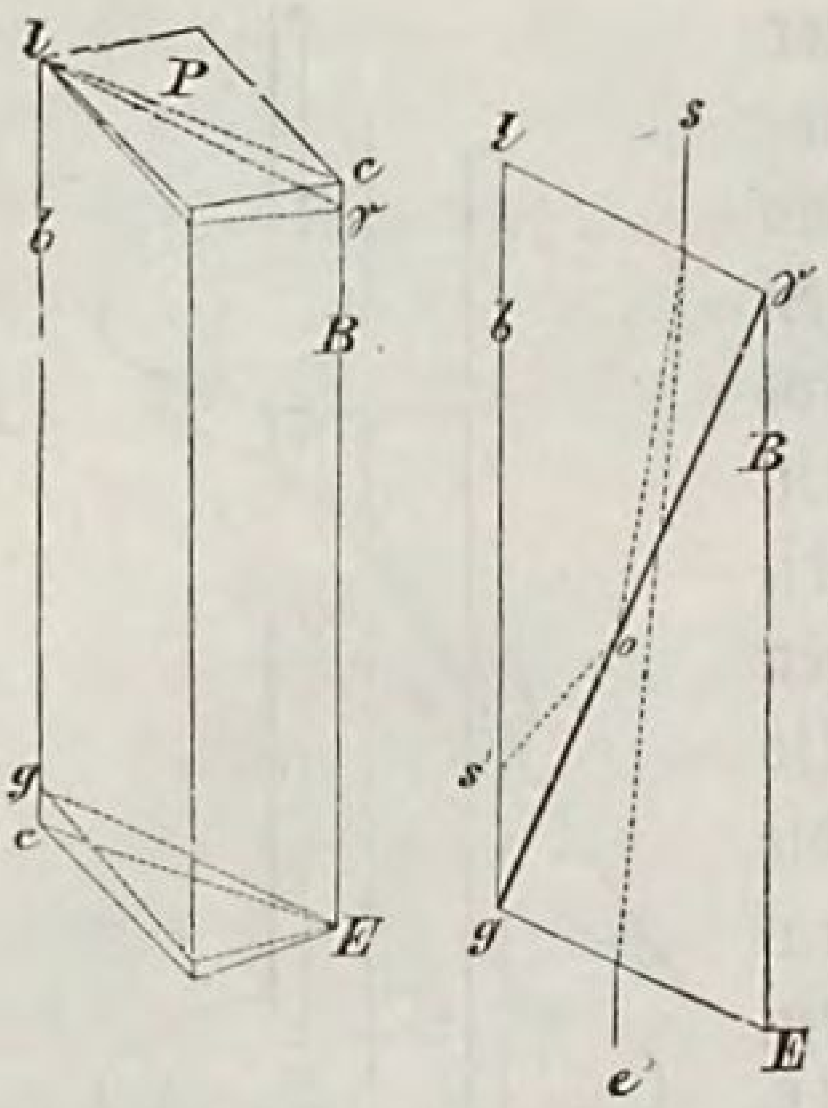
b) Der polarisirte Strahl wird in gewissen Lagen, wo der unpolarisirte zerlegt wird, nicht mehr durch doppelt brechende Minerale zerlegt.

Lege auf das Glas c des eingestellten Polarisationsapparates ein durchstochenes Kartenblatt, betrachte es parallel Cc durch die horizontale Fläche eines Kalkspathrhomboeders, so wird im Allgemeinen der Punkt zwar doppelt erscheinen, allein in vier Lagen einfach, und zwar so oft die Ebene der langen und kurzen Diagonalen des Kalkspaths senkrecht gegen die Glasplatte g steht.

c) Der polarisirte Strahl ist unfähig, in einer bestimmten Lage durch eine Turmalinplatte, schwefelsaures Jodchinin (Herapathit, Sitzb. Wien. Akad. 1855 XV, 82) oder ein Nicolsches Prisma zugehen.

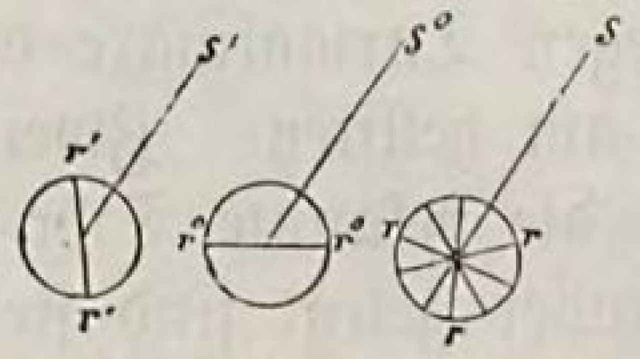
Schleift man nämlich aus grünem oder braunem Turmalin eine Platte längs der Säulenaxe c, und sieht damit nach jenem Punkte polarisirten Lichtes im Kartenblatt, so wird derselbe dunkel, sobald die Axe der Turmalinplatte in der Längsrichtung der Glasplatte g, d. h. in der Medianebene aa des Apparats, liegt; drehe ich dagegen Turmalinaxe c in die Queraxe bb des Apparats, so ist der Punkt am hellsten. Zwei solcher gegen einander verdrehbarer Platten bilden die bekannte Turmalinzange. Mit parallelen Axen c gegen einander gelegt sind sie durchsichtig, mit senkrecht gekreuzten dagegen undurchsichtig, vorausgesetzt, daß die Platten die gehörige Dicke haben.

Nicol'sches Prisma (Jameson's New Journal 1828 VI. 83). Nimm einen länglichen Isländischen Doppelspath, woran c die gleichkantige Endecke, durch welche die Hauptaxe geht, bezeichnet; B und b sind die stumpfen Kanten von 105° 5′ der beiden ausgedehnten Blätterbrüche. Bringt man sie durch Spaltung ins Gleichgewicht, so bildet daran der dritte Bruch P eine auf die stumpfe Kante B aufgesetzte Schiefendfläche. Dann ist Fläche lcBEcb ein Hauptschnitt des Rhomboeders mit dem



stumpfen Winkel P/B = lcB = 109° 4′ und dem scharfen P/b = Plb = 70° 56′. Statt P muß eine neue Schiefendfläche in der Richtung lγ und Eg geschliffen werden, welche senkrecht gegen den Hauptschnitt gelegen mit b 68° folglich mit B 112° macht, also von dem Blätterbruch P um nicht ganz 3° abweicht. Jetzt durchsäge den Krystall so, daß die Schnittfläche senkrecht auf dem Hauptschnitt und zugleich senkrecht auf der Linie lγ steht, soll dieß mittelst eines Schnittes γg geschehen, so muß der Krystall so weit gespalten werden, daß lγ : lg = 1 : 2,67. Man kittet beide Stücke wieder mit canadischem Balsam zusammen, wie der Hauptschnitt rechts zeigt. Kommt nun ein Strahl s, so wird derselbe in zwei Strahlen o und e zerlegt. So lange s die ungefähre Richtung der Rhomboederkanten b und B hat, ist der Winkel soγ kleiner als 22°, für die Parallelität beträgt er sogar blos 14½°, und in diesem Falle wird der ordentliche Strahl, der jedenfalls einen größern Brechungscoefficienten (1,654) als die Balsamschicht (1,536) hat, total nach s′ reflectirt und von der schwarzen Firnißdecke, womit man die Seitenflächen überzieht, verschluckt. Die Erklärung liegt im Grenzwinkel pag. 121. Ganz anders verhält sich dagegen der außerordentliche Strahl e, der für diese Richtung ungefähr denselben Brechungscoefficienten wie die Balsamschicht hat, jedenfalls keinen größern, sondern einen kleinern (bis 1,483), er geht also durch die Balsamschicht durch, und mit diesem beobachtet man. Die Aetherteilchen schwingen parallel dem Hauptschnitt. Durch seine Farblosigkeit hat das Prisma Vorzug vor einer Turmalinplatte, und wird besonders auch bei Mikroskopen angewendet. Foucault (Pogg. Ann. 1857. 102. 642) gibt ein noch einfacheres Verfahren an, und Hasert (Pogg. Ann. 1861. 113. 188) andere Schnitte und Zwischenmittel.

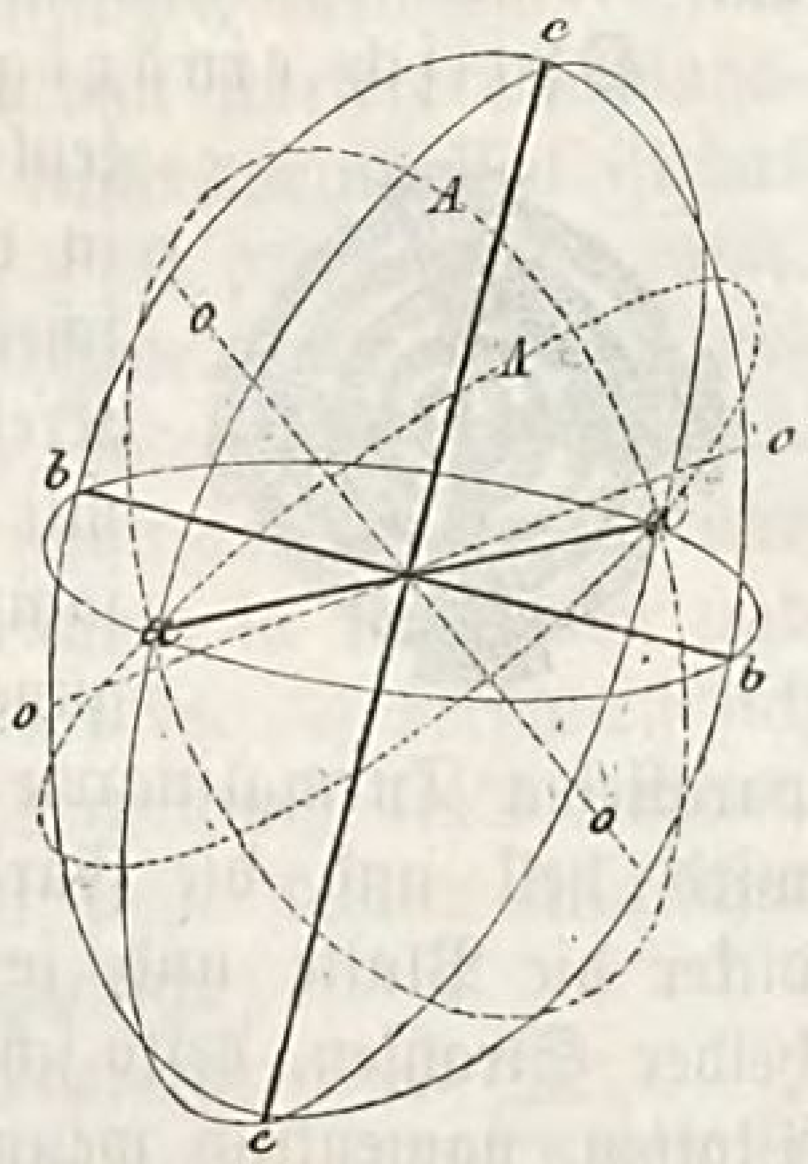
Erklärung. Man denkt sich, daß die Aetherteilchen eines unpolarisirten Lichtstrahles s senkrecht gegen den Strahl nach allen Richtungen, bei den polarisirten s′ und s° dagegen entweder nach der einen Richtung r° r° oder nach der andern r′ r′ zu schwingen gezwungen seien. Beide Richtungen r° und r′ stehen aufeinander senkrecht, man sagt, die Strahlen s° und s′ seien senkrecht zu einander polarisirt. Wenden wir dieß an.



Bei optisch einaxigen Krystallen construirte Fresnel um die beiden Elasticitätsaxen c a, die ihrer Richtung nach mit den gleichnamigen krystallographischen zusammenfallen, eine Ellipse, und drehte diese um die Axe c c. Sie grenzt ein Revolutionsellipsoid ab, dessen Querschnitt a a a a ein Kreis ist, parallel, welchem die Elasticität im Krystall nach allen Richtungen die gleiche bleibt. Da der ordinäre Strahl

o überall nach dem gleichen Gesetz gebrochen wird, so müssen seine Aethertheilchen parallel dem Querschnitte a a des Revolutionsellipsoides schwingen, denn nur so finden sie gleichen Widerstand; während die Ungleichheit des Widerstandes nach jeder andern Richtung das variable Gesetz des außerordentlichen Strahles bedingt. Nur wenn das Licht parallel der Axe c geht, liegen die Aetherschwingungen beider Strahlen o und e der Axenebene a a a a parallel, dieß gibt daher die Richtung der optischen Axen. Wenn das Revolutionsellipsoid uns ein Bild von den verschiedenen Fortpflanzungsgeschwindigkeiten des außerordentlichen Strahles gibt, so die Kugeloberfläche von den ordentlichen. Bei dem regulären System, wo alle drei Dimensionen gleich sind, kann daher keine doppelte Brechung Statt finden.

Bei optisch zweiaxigen Krystallen sind drei verschiedene Elasticitätsaxen a b c vorhanden. Construirt man damit die drei aufeinander senkrechten elliptischen Ebenen a b, a c, b c, so kann man in diesem dreiaxigen Ellipsoide mit der mittlern Elasticitätsaxe (d. h. der Axe von mittlerer Länge, die a sein mag) zwei Kreise a A a construiren, welche durch die Axe a gehen und symmetrisch gegen b und c liegen; senkrecht auf diese Kreisebenen stehen die beiden optischen Axen o o. Ihr scharfer Winkel wird entweder durch die **kürzeste** b (positiv) oder die **längste** Elasticitätsaxe c (negativ) halbirt, je nach der Beschaffenheit der Ellipsen. Jeder Kreis mit seiner senkrechten Axe o o bildet das Analogon eines optisch einaxigen Krystalls. Daher muß die optische Queraxe a die Axe **mittlerer** Elasticität sein, während die Mittellinie die kürzeste oder längste Elasticitätsaxe sein kann.



Sehe ich durch eine Turmalinplatte gegen das Doppelbild im Kalkspath pag. 123, so schwindet bei aufrechter Turmalinaxe c das ordentliche Bild, und nur das außerordentliche bleibt sichtbar, folglich gehen in dieser Stellung die außerordentlichen Strahlen, welche schief zur Axe c schwingen, durch die Turmalinplatte durch. Lege ich dagegen c horizontal und die Axenebene a a aufrecht, so schwindet das außerordentliche Bild, es können nur die Strahlen, welche parallel a a schwingen, durch. Das ist nun auch der Grund, warum in der Turmalinzange mit gekreuzten Axen Dunkelheit entsteht: die eine Platte läßt nur die ordentlichen, die andere die außerordentlichen durch, folglich kann keines von beiden durch beide Platten zugleich gehen.

Farbige Ringsysteme.

Nachdem Arago schon 1811 dem französischen Institute die merkwürdigen Farbenerscheinungen dünner Glimmer- und Gypsblättchen, wie

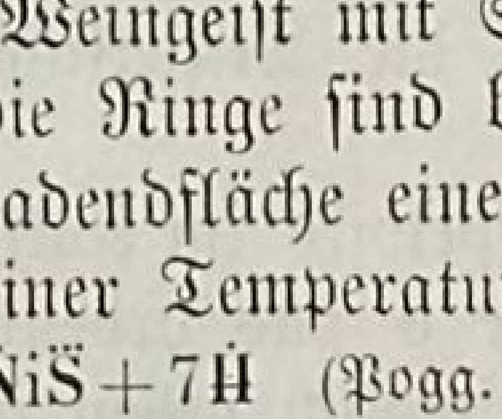
sie die Natur unmittelbar bietet, im polarisirten Lichte mitgetheilt hatte, fand Brewster (Philosoph. Transact. 1813. 101) ähnliche Erscheinungen an geschliffenen Krystallplatten, wenn polarisirtes Licht in schiefer Richtung durchgeht. Man hatte nun bald in zwei Turmalinplatten (Turmalinzange) kleine Polarisationsapparate gefunden. Aber mangelhaft. Erst durch das **Polarisationsmikroskop** von Amici, und besonders von Nörrenberg, welches Grailich (kryst.-opt. Unters. pag. 43) beschrieb, ist dem Mineralogen ein practisches Instrument geboten. Die kleinsten Splitter reichen hier oft hin, um die Lage der Axenebenen zu finden, und nach den umfassenden Zusammenstellungen von Hrn. Descloizeaux (Annales des mines 1858. XIV) darf auch der Mineraloge solche wichtige Kennzeichen nicht übersehen, obgleich sie über die Grenze zur Physik hin streifen. Eine populäre Darstellung gab Prof. Dr. Zech in den Jahresheften Ver. vat. Naturk. Württembergs 1865 XXI, 255 und 1866 XXII, 207.

Optisch einaxige Krystalle. Schleift man einen Kalkspath senkrecht gegen die Hauptaxe c, und nimmt das Stück in eine Turmalinzange mit gekreuzten Axen, so erscheinen gegen das Tageslicht gesehen schönfarbige Kreise mit einem dunkeln Kreuz. Die Farben hängen mit der Dispersion und Absorption der Masse zusammen. Das schwarze Kreuz entspricht den Schwingungsebenen der Aethertheilchen im Turmalin. Bei



parallelen Turmalinaxen ist die Erscheinung nicht so schön, das Kreuz wird hell und die Farben schlagen in Complementärfarben um. Je dicker die Platte und je stärker die Differenz der Brechungsexponenten beider Strahlen, desto schmäler die Ringe. Daher sieht man bei dünnen Platten, namentlich wenn die Masse nicht stark doppelt bricht, wie z. B. das Eis, die Ringe nicht oder doch sehr breit. Im homogenen Lichte (Weingeist mit Steinsalz auf den Docht gestreut) schwinden die Farben, die Ringe sind blos dunkel und hell. Wenn die Minerale nach der Geradendfläche einen blättrigen Bruch zeigen, wie z. B. der prachtvoll bei einer Temperatur von 15°—20° krystallisirte viergliedrige Nickelvitriol $Ni\ddot{S}+7\dot{H}$ (Pogg. Ann. 12. 144), das gelbe Blutlaugensalz, der einaxige Glimmer ꝛc., so darf man sie nur spalten und unter das Polarisationsmikroskop bringen, um sofort die Erscheinung zu sehen.

Circularpolarisation, 1811 von Arago an Bergkrystall entdeckt und von Fresnel (Ann. Chim. 1825 XXVIII, 153) benannt, zeigt zwar auch Ringe mit einem schwarzen Kreuz, allein in der Mitte fehlen sie, und statt dessen stellt sich eine gleichmäßige Färbung ein, welche bei der Drehung des Analyseur alle prismatischen Farben durchläuft. Bringt man solche Platten auf den Polarisationsapparat, wo ihn nur Strahlen, die parallel der optischen Axe gehen, treffen, also auch



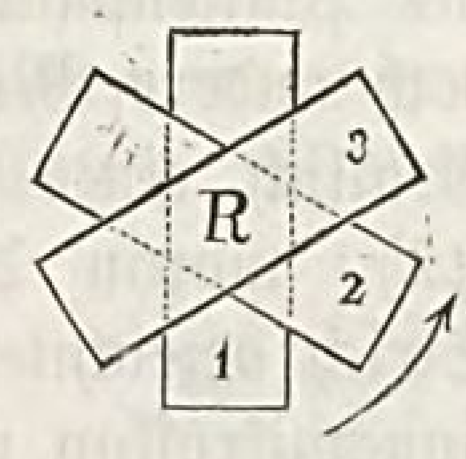
außen keine Ringe erscheinen, so zeigt durch ein Nicol'sches Prisma angesehen die ganze Fläche eine prachtvolle gleichartige Färbung, falls sie

gut parallel geschliffen ist. Gehen diese Farben bei rechter Drehung des Nicol'schen Prisma's oder der Turmalinplatte von Roth durch Orange, Gelb, Grün, Blau und Violett, so heißen sie rechts drehend, und zeigen sie dieselbe Farbenfolge bei linker links drehend. Auffallender Weise richtet sich das nach den Trapezflächen x: l ist ein links und r ein rechts drehender Krystall, entsprechend den Schrauben gleichen Namens. Die **Airy'schen Spiralen** erhält man durch Aufeinanderlegen gleich dicker Platten von entgegengesetzter Drehung: wenn die Schwingungsebenen zusammenfallen, und die links drehende oben liegt, so kehren bei gekreuzten Nicoln die schwarzen Spiralarme sich im Sinne rechter Schrauben, und umgekehrt (Schrauf, Physik. Miner. II pag. 281).



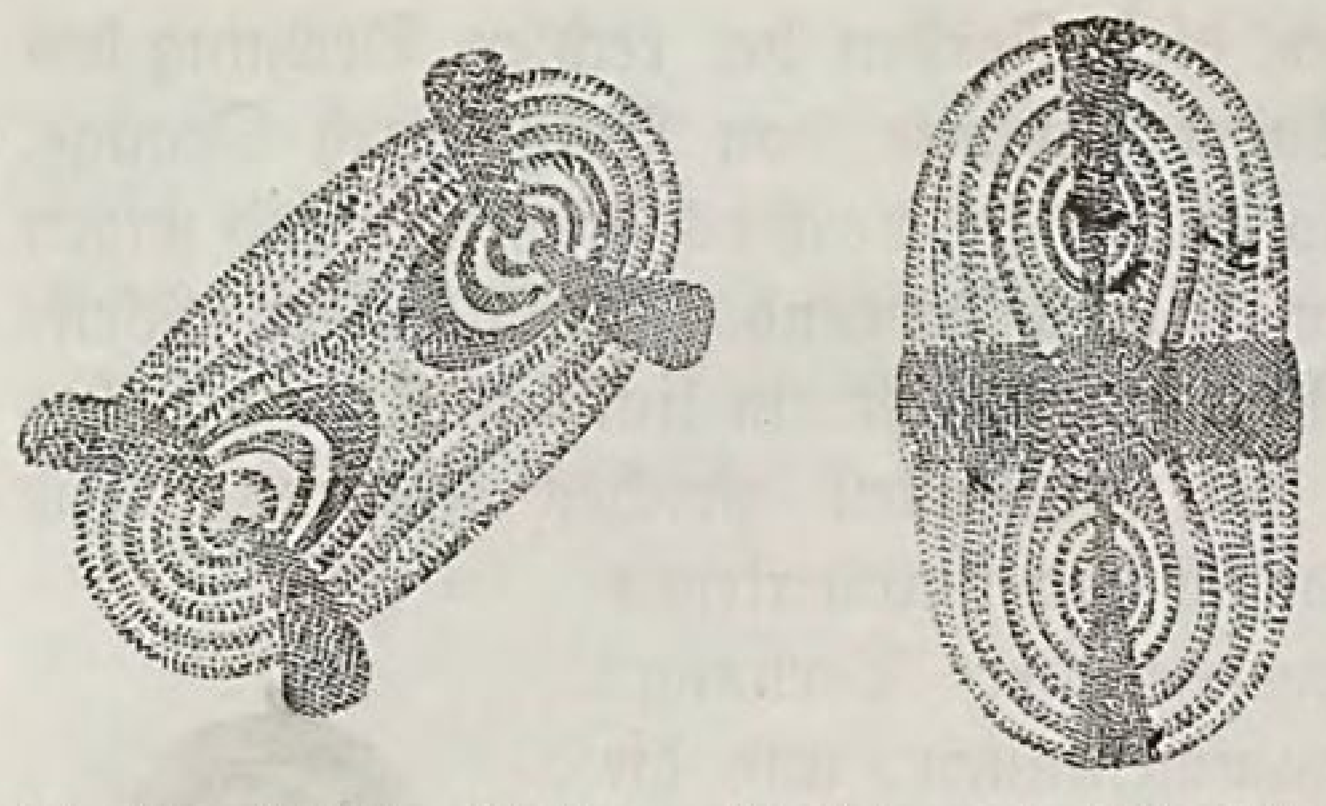
Bei Querschnitten von Amethysten kommen häufig solche Drehungen vor, zum Zeichen, daß sie aus Zwillingen bestehen. Nach Hrn. Descloizeaux zeigen Zinoberkrystalle 15—17mal stärkere Drehungskraft als Bergkrystall. Besonders lehrreich und leicht darzustellen ist das rhomboedrische Unterschwefelsaure Blei $PbS_2O_6 + 4\dot{H}$ (Sitzb. Wien. Akad. Bd. 64 Brezina). Solche Circularpolarisation hat Pasteur (Pogg. Ann. 80. 127) auch bei Lösungen von Krystallen nachgewiesen, wie z. B. der Rechts- und Links-Traubensäure, deren Flächen man es schon ansieht, wohin ihre Flüssigkeiten drehen werden! Schwefelsaures Strichnin in Krystallen und Lösungen, chlorsaures Natron (Pogg. Ann. 91. 484 und 94. 412) verhalten sich ähnlich. Bekanntlich ist Zuckerlösung rechts und Terpentinöl links drehend.

Reusch (Monatsb. Berl. Acad. 1869 pag. 530) legte dünne Blättchen von optisch zweiaxigem Glimmer, worin die Optische Axenebene mit der langen Seite zusammenfällt, treppenförmig (1 2 3) rechts gedreht über einander, und fand dann im Centrum R, wo die Blätter übereinander liegen, Erscheinungen, die lebhaft an Circularpolarisation erinnern, um so lebhafter je dünner und je größer die Zahl der Blättchen ist. Ordnet man die Treppe entgegengesetzt links, so kommt auch in der Polarisation die entgegengesetzte. Ohne Zweifel ein Schritt zu der schwierigen Erklärung.



Optisch zweiaxige Krystalle zeigen senkrecht zu einer der optischen Axen geschnitten etwas elliptische Farbenringe mit einem schwarzen Strich, z. B. Aragonit. Bei der Drehung der Krystallplatte dreht sich auch der Strich, aber nach der entgegengesetzten Seite hin. Oft braucht man nicht ein Mal zu schleifen, z. B. farblose Topasgeschiebe von Brasilien darf man nur in der Richtung einer optischen Axe zwischen die Turmalinzange bringen, um die schöne Erscheinung zu sehen. Wenn der Winkel der optischen Axen scharf ist, wie beim Weißbleierz 5° 15′, Salpeter 5° 20′ rc., so sieht man senkrecht gegen die optische Mittellinie geschnitten, zwei Curvensysteme, welche die Eigenschaften der Lemniscaten haben, und deren Form sich bei Drehung der Krystallplatte nicht ändert,





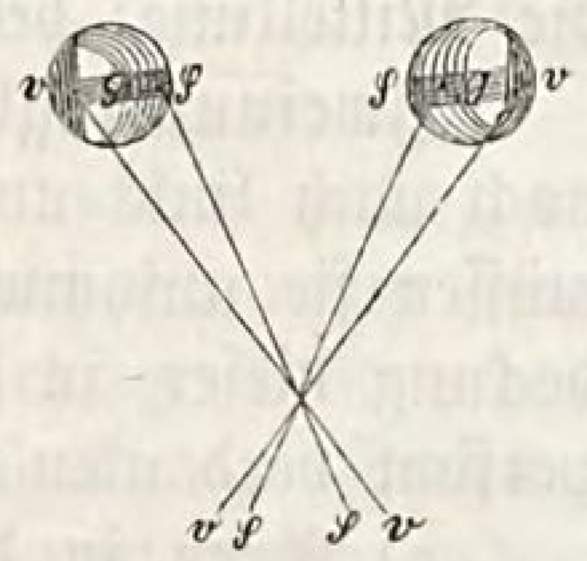
wohl aber wird die Lage der beiden schwarzen Curven gegen die Lemniscaten stets ein andere. Eine Linie, welche die Centra der beiden Kreise verbindet, entspricht der Lage der optischen Axen. Wenn diese 45° von den aufeinander senkrechten Polarisationsebenen entfernt sind, so ist die Mitte schön gefärbt, und die schwarzen Striche bilden nach außen offene Hyperbeln, so wie sie dagegen mit einer der Polarisationsebenen zusammenfallen, so erzeugt sich ein schwarzes Kreuz, was die Mitte gänzlich verdunkelt.

Hierin liegt ein praktisches Mittel, optisch einaxige Minerale von optisch zweiaxigen zu unterscheiden. Denn einaxige bleiben zwischen gekreuzten Turmalinplatten bei jeder Drehung dunkel, zweiaxige werden dagegen bei einer Kreisdrehung zwei Mal dunkel und zwei Mal hell. Noch bequemer hat man es auf dem Polarisationsapparate. Glimmer, Topas 2c. liefern gute Beispiele. Besonders interessant ist der Glimmer, weil darunter sich auch optisch einaxige Blätter finden.

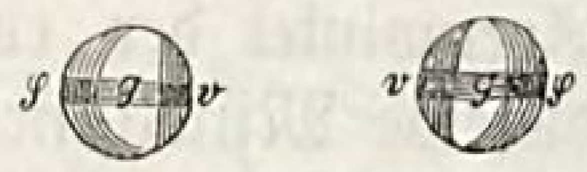
„Den Charakter der optischen Axen, ob selbe positiv oder negativ seien, findet man durch Kreuzung mit einer Platte von bekanntem Character. Werden die Ringe kleiner, so besitzen beide Substanzen gleichen Character, denn das Plattenpaar wirkt wie eine einzige dickere Platte. Werden die Ringe größer, so besitzen sie verschiedene Charactere, denn das Plattenpaar wirkt wie eine dünnere Platte.“ Indessen gibt es auch noch andere Mittel. Zur Bestimmung der optisch einaxigen bedient sich Grailich eines 2axigen Glimmerblättchens von einer Viertelundulation ($\frac{1}{4}\lambda$), woran die Lage der optischen Axen (Hauptschnitts) durch einen Strich bezeichnet ist. Legt man dasselbe am Nörrenberg'schen Polarisationsmikroskop unter den obern Nicol (Analyseur), so wird das schwarze Kreuz bleiben, so oft der Hauptschnitt des Glimmerblattes mit einer der Polarisationsebenen zusammenfällt, in der Zwischenstellung löst sich jedoch das Kreuz in zwei schwarze Punkte auf; liegen die Punkte im Hauptschnitt des Glimmers, so ist das Mineral negativ (—), liegen sie senkrecht dagegen positiv (+): also **negativ drin, positiv draußen.** Bei optisch zweiaxigen bediente sich schon Biot der Quarzplatten, senkrecht gegen die Hauptaxe geschnitten, wie man sie zur Demonstration der Circularpolarisation zur Hand hat. Stellt man nun die Lemniscate möglichst schönfarbig ein, was bekanntlich der Fall ist, wenn ihre Längs- und Queraxe 45° von den Schwingungsebenen des Polarisationsmikroskop entfernt stehen, und legt eine Quarzplatte unter den Analyseur, so kommen an negativen Mineralien mitten in der Lemniscate sehr lebhafte hyperbolische Interferenzkurven, wenn man die Quarzplatte um die Längsaxe

der Lemniscaten dreht; an positiven dagegen bei der Drehung um die Queraxe: also **negativ längs, positiv quer.**

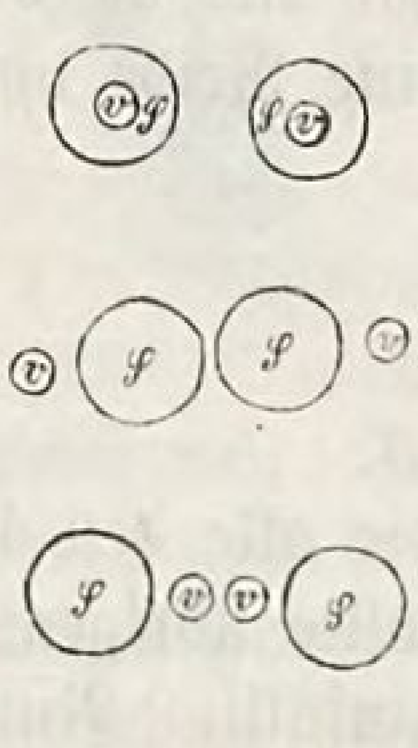
Axenzerstreuung macht man sich vorläufig am besten wieder durch eine Zeichnung der Axenebene klar: es ist dabei hauptsächlich auf die beiden extremen Farben des Spectrums **Roth** (ϱ) mit **größern** und **Violett** (v) mit **kleinern** Lichtwellen Rücksicht zu nehmen. Das Violett schwindet häufig im Blau, man spricht daher von Roth und Blau. Wählen wir z. B. aus dem



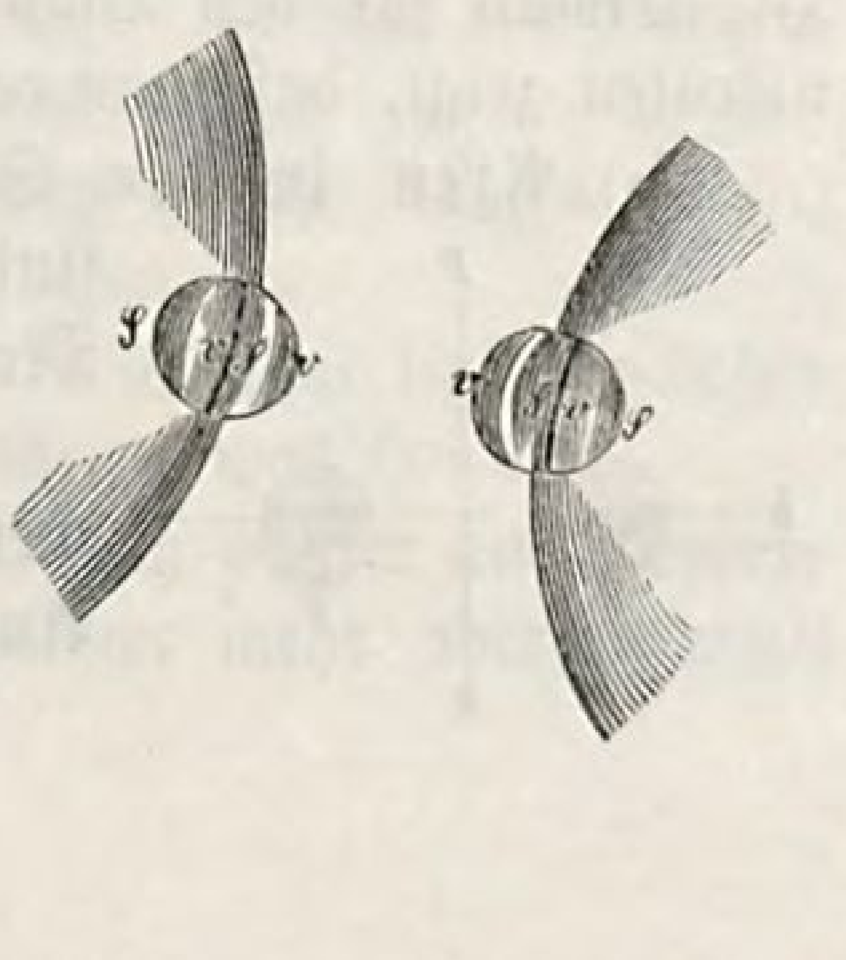
Zweigliedrigen System eine Lemniscate vom **Salpeter**, und lassen die Polarisationsebenen zusammenfallen, so daß das schwarze Kreuz entsteht. Ist die Platte nicht dünn genug, so darf man nur im Polarisationsmikroskop das Linsensystem heraus nehmen, und die Platte unmittelbar unter den Nicol (Analyseur) halten. In den beiden Augen, welche den Axenpunkten entsprechen, liegt links blau, grün, roth und rechts roth, grün blau. Sich die Axen hinzudenkend, sieht man sogleich, daß roth (ϱ) einen kleinern Winkel als blau (v) mache ($\varrho < v$). Beim **Seignette-Salz** $\dot{K}\dot{N}a\bar{T}^2\dot{H}^8$ liegt umgekehrt das rothe (ϱ) außen, und das blaue (v) innen ($\varrho > v$), weil der Winkel der rothen Axen um 20° größer ist, als der der blauen.



Die Sache ist so augenfällig, daß man im kleinern Gesichtsfelde bei bekannter Farbenfolge sogleich weiß, wo die 2te Axe zu suchen sei. Sind die Winkel der rothen und blauen Axen nur einigermaßen anders, wie z. B. beim Weißbleierz, so kann die ganze Reihe der Regenbogenfarben zwischen ϱ und v unterschieden werden. Nur bei einigen Salzen, wie z. B. beim **schwefelsauren Kali** $\dot{K}\dddot{S}$ vertheilen sich die Farben in beiden Augen gleich, und ich mag nicht entscheiden, ob nach Grailich $\varrho < v$ oder nach Descloizeaux $\varrho > v$ sei. Mittheilungen meines Collegen Reusch zufolge bezeichnete Nörrenberg diesen Fall 1, während 2 **Salpeter** nebst Aragonit, Bleivitriol, Cölestin, Schwerspath, Anhydrit, Chlorit, Strontianit, Struvit, Schwefel und 3 **Seignettesalz** nebst Topas, Chrysoberyll, Glimmer, Lepidolith, Staurolith, Weißbleierz, Witherit, Kieselzinkerz, Brookit haben würden: Zeichen, die im Hinblick auf die kleinen violetten v und die großen rothen ϱ Lichtwellen selbstverständlich sind.



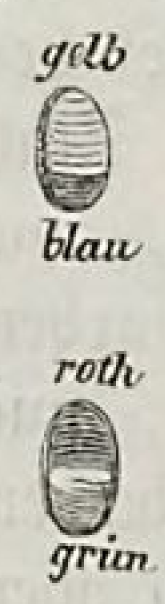
Die geschliffenen Platten im Azimuth gedreht, ändert die Lage der Farben, und bei 45° gewahrt man im Centrum des **Auges** zu beiden Seiten der dunkeln **Hyperbeln** ein Spectrum und Gegenspectrum. Beim **Seignettesalz** legt sich zunächst der Hyperbel roth ϱ außerhalb und violett v (grün) innerhalb. Ein Blick zeigt auch hier, daß das Symbol $\varrho v v \varrho$ sei.



Sieht man blos auf die $v\varrho$ und ϱv neben den Hyperbeln, so hat es den Anschein, als wenn die Winkel von v größer wären als die von ϱ. Hr. Descloizeaux (Ann. min. 1858. XIV) sagt daher bleue à l'extérieur et rouge à l'intérieur, und setzt dann gleich hinzu, factisch sei aber die Sache umgekehrt. Wir halten uns jedoch besser nur an die innern Spectra der Lemniscaten, und nicht zugleich an die äußern Gegenspectra. Zur Controle ist die Verdrehung um 45° sehr zu empfehlen. Beim zweigliedrigen System liegen die Axenfarben, mögen sie zerstreut sein wie da wolle, stets symmetrisch (nach vorn, hinten, links und rechts) gegen die Mittellinie; beim

Zweiundeingliedrigen System können dagegen die Farben sich nur noch nach links und rechts symmetrisch zeigen, nach vorn und hinten müssen sie unsymmetrisch gegen die Mittellinie vertheilt sein. Die Entdeckung dieser in der Natur der Sache so begründeten ungleichen Dispersion verdanken wir Nörrenberg. Liegen die

a) **Axen in der Medianebene** (dispersion inclinée), wie bei Gyps, Zucker, Diopsid, Euklas, schwefelsaurer Ammoniak-Magnesia, Titanit, Wollastonit, Rauschroth, so ist das allgemeine Symbol $\varrho v \varrho v$, d. h. die Axenwinkel der rothen und blauen Farben werden nicht durch ein und dieselbe Mittellinie halbirt, eben weil der Krystall vorn anders als hinten ist. Schon der Unterschied in der Lebhaftigkeit der Bilder zeigt das, ein

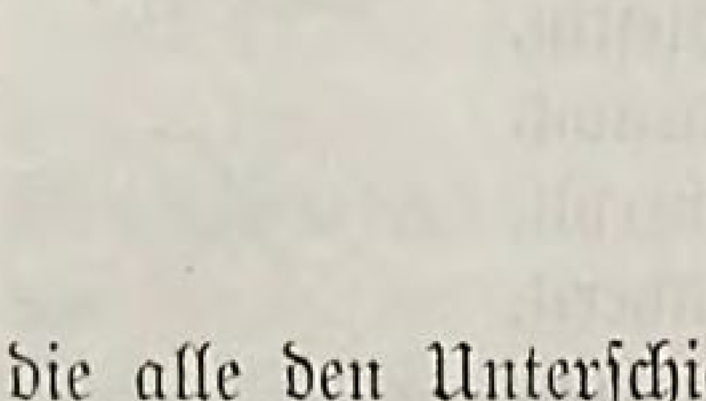


Kreissystem ist etwas bleicher als das andere. Untersucht man z. B. die beiden **Augen** im **Gyps**, so ist das eine prachtvoll rothgrün (vorn Reusch), das andere (hintere) verwischt gelbblau, die gleichen Farben sind folglich nach **einer** Seite geschoben. Allerdings fallen auch bei der Disp. inclinée meist die blauen Farben innerhalb der rothen oder umgekehrt, allein der Abstand $v\varrho$ bleibt nicht mehr gleich. Heusser (Pogg. Ann. 1854. 91. 495) hat das an dem Diopsid auseinander gesetzt. Darnach würden wieder eine Reihe von Fällen unterschieden werden können:

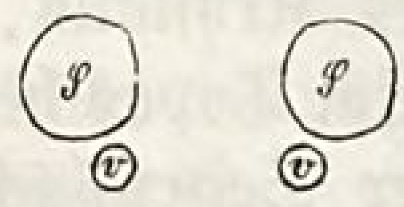
v	ϱ	ϱ	v
ϱ	v	v	ϱ
v	ϱ	v	ϱ
ϱ	v	ϱ	v

die alle den Unterschied von vorn und hinten beweisen. In der Angabe sollte übrigens nicht vernachlässigt sein, welches Bild vorn und hinten hinfällt. Nur bei den Zwillingen ist vorn und hinten gleich, wie das Hr. Ewald für den Diopsid nachwies. Aber schon der Mangel an Lemniscaten zeigt, daß man es nicht blos mit **einem** Individuum zu thun habe.

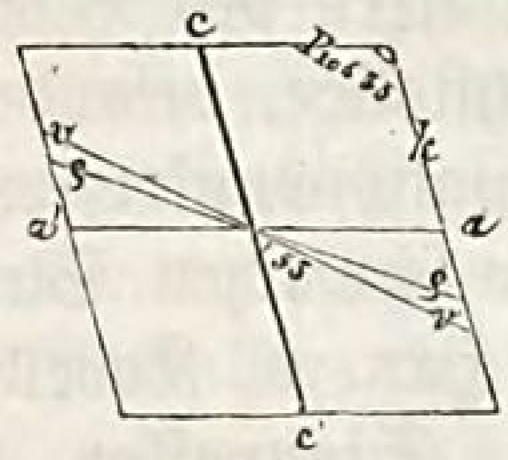
b) **Axen in der Schiefendfläche** (dispersion horizontale). Hier sind zwei Fälle, je nachdem die Mittellinie in der Medianebene oder senkrecht dagegen liegt. Zum **ersten** Falle, die Mittellinie in der Medianebene, gehört **Adular**, dann bleiben natürlich beide Augen links und rechts einander gleich, aber jeg-

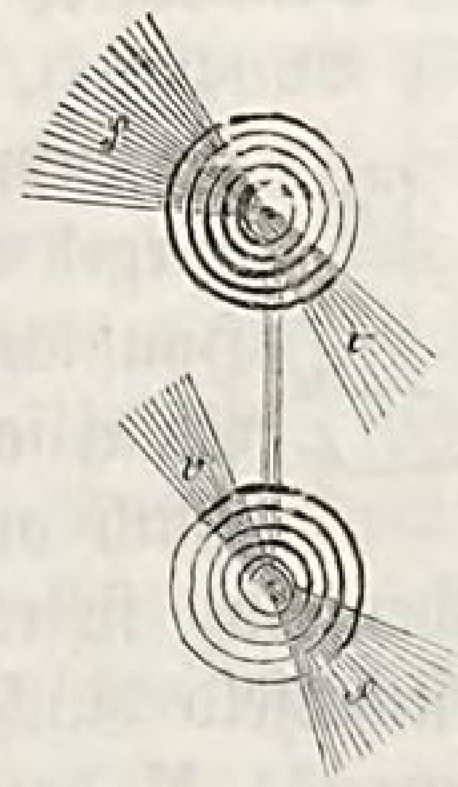


liches Auge ist vorn anders als hinten. In unserer Stellung zeigt sich vor dem dunkeln Strich ein lebhaftes Blau v, und am vordern Kreisrande ein lebhaftes Roth ϱ, die hintere Hälfte bleibt dagegen ganz matt. Bei der Drehung um 45° sieht man ferner, daß $\varrho > v$ ist. Wie es beim Zweigliedrigen nur annähernd eine centrale Farbenstellung gab (Schwefelsaures Kali), so gibt es auch hier nur annähernd eine lineare, indem die verschiedenen Farben in verschieden gegen Axe c geneigten Schiefendflächen liegen. Am Nörrenberg'schen Symbol werden also im Allgemeinen v und ϱ auf verschiedenen Linien stehen, aber stets gegen eine Medianebene symmetrisch, wie das Zweiundeingliedrige System nothwendig verlangt. Denn auch im



zweiten Falle, wo die Mittellinie mit Axe b zusammenfällt, die Krystalle also senkrecht gegen b geschliffen werden müssen, wenn man Lemniscaten bekommen will, haben wir das 2+1gliedrige System nur in seiner gewendeten Stellung. Die Farben zeigen natürlich eine Drehung (Dispersion croisée ou tournante), weil die Form von einer andern Richtung (quer gegen die Medianebene) als der Feldspath angesehen werden muß. Der **Borax** liefert ein vortreffliches Beispiel, zumal da er nach dieser Richtung leicht spaltbar ist. Verzeichnen wir die **Lage** der Axenebene für die verschiedenen Farben ϱv auf die **Medianebene** $b : \infty a : \infty c$, so macht bekanntlich $k = a : \infty b : \infty c$ mit $P = a : c : \infty b$ einen Winkel von 106° 35', oder $P/c = 73° 25'$; $\varrho/c' = 55°$ und $v/c' = 53°$, d. h. die Ebene der rothen Farben als Schiefendfläche gedacht fällt 18° unter die Schiefendfläche des Krystalls, und die Ebene der blauen liegt noch 2° darunter. Der scheinbare Winkel der rothen Axen beträgt 59° 30' der blauen 56° 50'. Im Polarisationsmikroskop sieht man bei **medianer** Stellung der Polarisationsebene einen gelben Farbenbüschel ϱ unten rechts und oben links, einen blauen v dagegen unten links und oben rechts, auch bei einer Drehung um 180° bleibt die Lage gleich. Legt man dagegen die Kehrseite der Platte oben hin, so kehrt sich das Verhältniß um. In den Ringen sind überhaupt die Farben unregelmäßig vertheilt, und das Auge spaltet sich in vier Quadranten, jeglicher mit einer andern Farbentinte, namentlich liegt bei dünnen Platten das Blau unsymmetrisch. Wir sind damit bei der eingliedrigen Ordnung angelangt, die nach der Nörrenberg'schen Bezeichnung das **Symbol** erhalten würde, worin der kleinere Winkel des Blau nebst der **Drehung** durch die Stellung der Zeichen angedeutet ist. Da aber die Kreise von einem Zwischenpunkte p noch gleich weit entfernt sind, so lassen sie sich auf die 2+1gliedrige Ordnung zurückführen, was bei den





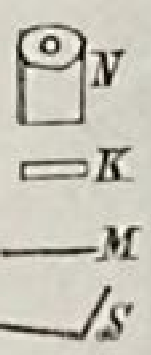


Eingliedrigen nicht mehr geht. Man kann sich davon am **Kupfervitriol** leicht überzeugen. Das Auge ist hier immer mehr oder weniger

in vier Farbenfelder getheilt, und bei einer Zwischenstellung von 45° gewahrt man blau, roth, gelb und grün; $\varrho < v$. Zur Symmetrie gelangt man bei keiner Lage. Die Farben des Auges sind also vorn anders als hinten, und links anders als rechts; bei den 2+1gliedrigen vorn anders als hinten, und links wie rechts; bei den 2gliedrigen vorn wie hinten und links wie rechts; bei den 4= und 3gliedrigen dagegen im Kreise gleich. Ein anderer Fall ist nicht möglich.

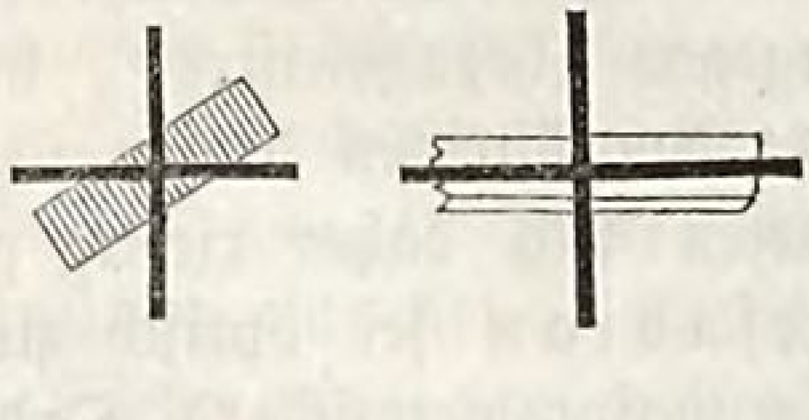
Nimmt man bei dem Schleifen einige Rücksicht auf die Hauptflächen des Krystalls, so läßt sich die Lage der Axenebenen leicht controliren: beim Topas bedarf es z. B. blos eines geschlagenen Blättchens mit Spuren der Seitenflächen, um sogleich an der Lage der Lemniscaten zu erkennen, daß die Axenebene mit ac und nicht mit bc zusammenfalle. Der Borax läßt sich leicht nach $M = b:\infty a:\infty c$ spalten, k und P machen daran Rhomboide von 106° 35'. Würde die Ebene der optischen Axen mit P zusammen fallen, wie Descloizeaux (Ann. des min. XI 330) angibt, so müßte der Hauptschnitt der Lemniscaten der Rhomboidlinie P parallel gehen, allein er schneidet sie ungefähr unter 18°, die Axenebene macht also nicht 73°, sondern 55° gegen Axe c. Man sieht sogar für diese Stellung, daß die Axen des Blau noch darunter liegen. So gibt es eine Reihe von Krystallen, besonders unter den künstlichen, die man nur unter das Polarisationsmikroskop legen darf, um sofort die Lage der Axenebene an dem schwarzen Streif zu erkennen. Reicht dieß nicht aus, so greift man zu Hrn. v. Kobell's

Stauroskop (Gelehrt. Anzeig. Münch. Akad. 1855 Bd. 40. 145; Bd. 41. 60; 1856 Bd. 42. 78), d. h. man nimmt aus dem Polarisationsmikroskop das



Linsensystem, behält blos den Nicol N und die Polarisationsspiegel S bei, legt unter den Nicol einen rechtwinklig gegen die Hauptaxe geschliffenen Kalkspath K, so sieht man bei gekreuzten Polarisationsebenen ein dunkles Kreuz. Man kann den Kalkspath auch weglassen, und sich die Polarisationsebenen durch ein Fadenkreuz fixiren. Dann ist bei gekreuzten Polarisationsebenen das Gesichtsfeld dunkel. Legt man nun die Fläche eines doppeltbrechenden Minerals M dazwischen, so wird die Stelle im Allgemeinen hell oder farbig erscheinen, nur in zwei Lagen, wo die Polarisationsebenen mit denen des Instrumentes zusammenfallen, ist Dunkelheit. In diesen Lagen sieht man das Kalkspathkreuz durch das Mineral. Daß Platten regulärer Krystalle keinen Einfluß haben, versteht sich von selbst; ebenso die Geradendflächen optisch einaxiger Krystalle (4, 3 und 6gl.), das Kreuz bleibt bei jeder beliebigen Drehung der Platte dunkel. **Bei allen symmetrisch halbirbaren Flächen fällt ein Arm des Kreuzes mit der Halbirungslinie zusammen.** Rhomboederflächen lassen sich nach der schiefen Diagonale symmetrisch halbiren, und diese Linie nimmt ein Arm ein, folglich der andere die horizontale Diagonale; beim Dreiecke des Dihexaeder und Quadratoktaeder liegt einer im Perpendikel von der Spitze zur Basis; bei den Schiefendflächen des 2+1gliedrigen Systems in der

Medianlinie (Klinodiagonale), also senkrecht auf Axe b. Das gibt ein vortrefflich Mittel, um das gewendete 2+1gliedrige (Epidot) vom 1gliedrigen (Cyanit) zu unterscheiden. Nimm eine pistaciengrüne **Epidotnadel**, wie man sie am Rosenlauigletscher kauft, so bleibt sie dunkel in ihrer Längs- oder Querlage, in der Zwischenlage wird sie sogleich hell; eine Säule von **Cyanit** dagegen ist in dieser Lage vollkommen hell, und erst in der Zwischenstellung dunkel. Er hat keine Medianlinie, folglich kann er nicht gewendet 2+1gliedrig sein. Die Säulenflächen des zweigliedrigen Systems sind halbirbare Paare irgend eines Oblongoktaeders, folglich muß ein Kreuzarm der Axe parallel gehen, wie man sich beim Aragonit leicht überzeugt. Für die Säulen und Augitpaare des 2+1gliedrigen Systems gilt das nicht, sie sind nicht halbirbar, bleiben daher hell, wenn sie der Länge nach an einem dunkeln Kreuzarm liegen, und werden erst in einer bestimmten Lage der Zwischenstellung dunkel. Außer Gyps sind die kleinen Adularsäulen vom Zillerthal hier sehr brauchbar. Nur bei der Abstumpfungsfläche der vordern Seitenkante ($k = a : \infty b : \infty c$) geht der dunkele Kreuzarm der Axe c parallel, wie Zucker und Weinsteinsäure zeigt. Der zweite blättrige Bruch M verhält sich dagegen gänzlich unsymmetrisch, wie man an den kleinen glasigen Feldspathen der Sommaauswürflinge so leicht beweisen kann, hier ist Dunkelheit, so oft die rechtwinklige Kante P/M im Kreuzarme liegt, denn diese bestimmt ja die Lage der optischen Axen. Noch leichter kann man den ersten Blätterbruch des Gypses präpariren, wo ein Kreuzarm etwa 20° mit dem fasrigen und 47° mit dem muscheligen Bruch macht. Diese wenigen praktischen Andeutungen mögen genügen. Grailich (kryst.-opt. Unters. pag. 26) hat die Theorie mathematisch entwickelt. Dr. Brezina (Pogg. Ann. 1866 Bd. 128, 448; Bd. 130, 141) suchte das Stauroskop dadurch zu verbessern, daß er statt einer Kalkspathplatte zwei ein wenig schief gegen die Geradendfläche $c : \infty a : \infty a : \infty a$ schliff. Werden diese nun so aufeinander gelegt, daß die beiden optischen Axen sich gegenüberstehen, so bekommt man statt des Kalkspathkreuzes einen dunkeln Balken, der in der Mitte sich knickt, sobald die zu untersuchende Krystallfläche mit ihrer Schwingungsebene zwischen die der gekreuzten Nikol tritt. (Schrauf, Physik. Mineral. 1868 II pag. 220).



Cyanit Epidot

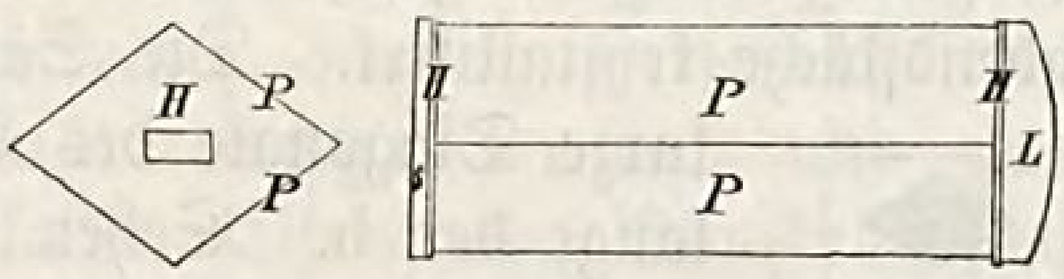
Störungen durch Druck und Lamellentextur kommen gar nicht selten vor. Brewster hat das schon längst beim Boracit, Analcim, Steinsalz, Amethyst, Apophyllit rc. nachgewiesen, was Biot Polarisation lamellaire nannte (Mém. Acad. de France 1843). Manche optisch einaxigen (Turmalin, Beryll, Apatit, gelbes Blutlaugensalz rc.) zeigen bei der Drehung im Polarisationsmikroskop ein Auseinandergehen des schwarzen Kreuzes, was auf Zweiaxigkeit mit kleinen Axenwinkeln hinweist. Breithaupt (Leonhard's Jahrb. 1860. 341) führte die Ursache auf kleine Winkelunterschiede zurück, und gründete darauf 7 neue Krystallsysteme, wodurch er die Ge-

sammtzahl auf 13 zu erheben meinte. So sollen beim **Almandin** im Leucitoeder die 4 Winkel um eine Oktaederecke von den 8 in den übrigen um 6 Minuten abweichen, derselbe sei also „tetragonisirt"; Boracit dagegen „hexagonisirt", indem die Winkel um eine der trigonalen Ecken von den übrigen dreien sogar bis auf 46 Minuten abweichen. Beide erwiesen sich daher richtig geschliffen optisch einaxig. Der piemontesische Vesuvian sei optisch zweiaxig, weil das Oktaeder eine 2+1gliedrige („monasymmetrische") Ordnung zeige: die vordere Fläche mache gegen Axe c 52° 55', die hintere 52° 47', und die seitlichen 52° 50'. Hr. v. Kokscharow stimmt dem nicht bei. Am Anatas wird sogar eingliedrige („diasymmetrische") Ordnung angenommen, indem alle vier Oktaederflächen sich verschieden gegen die Hauptaxe c neigten. Man sieht sofort ein, daß eine solche auf Nebenerscheinungen basirte Eintheilung noch viel weiter führen müßte. Darf man auch Bemäklungen des großen Gesetzes nicht von vornherein gänzlich verwerfen, so werden sie doch nie als besondere Systeme sich Geltung verschaffen, sondern nur beweisen, daß in der Natur die absolute Vollkommenheit nirgends erreicht wird. Dagegen verdient das Experiment von Prof. Pfaff (Pogg. Ann. 107, 333, 108, 598) Beachtung, welcher bei optisch einaxigen Krystallen durch einen Druck quer auf die Axe das kreisförmige Ringsystem vorübergehend in ein elliptisches, beim Kalkspath sogar bleibend verändern konnte, wobei das schwarze Kreuz beim Drehen sich öffnete.

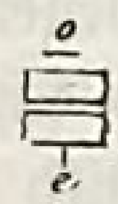
Farben dünner Krystallblätter. Schleift man optisch einaxige Krystalle parallel der optischen Axen, oder optisch zweiaxige parallel mit der Ebene der optischen Axen in dünne Blättchen, so zeigen sich im polarisirten Licht prachtvolle Farbenerscheinungen. Am besten eignet sich in dieser Beziehung Gyps, weil sein deutlich blättriger Bruch parallel der optischen Axenebene liegt. Gleich dicke Blättchen erscheinen einfarbig (verändern aber ihre Farbe beim Erwärmen), ungleich dicke mehrfarbig: Beweis, daß die Farbe von der Dicke abhängt. Bei senkrecht gekreuzten Schwingungsebenen des Polarisationsapparates sind die Blättchen farblos, so bald die optische Mittellinie des Blättchens mit einer der Schwingungsebenen zusammenfällt. Dreht man das Gypsblatt im Azimuth aus dieser Stellung nach der einen oder andern Seite hin, so werden die Farben immer lebhafter, am lebhaftesten bei 45°. Ist auf diese Weise die lebhafteste Farbe eingestellt, so entstehen dann bei der Drehung des Nicol'schen Prismas um 45° die Complementärfarben. Kreuzt man zwei gleichfarbige Gypsblättchen so, daß die ungleichnamigen Axen zusammenfallen, so wird die gedeckte Stelle entfärbt. Dickere Gypsplatten werden beim Drehen nur hell und dunkel, zeigen aber gegen homogenes Licht gesehen dunkele hyperbolische Streifen, in der Lage, wo dünne Blättchen die schönsten Farben sehen lassen.

Dichroismus.

Schon im bloßen Lichte zeigen manche Minerale Zweifarbigkeit, der Dichroit hat sogar seinen Namen darnach bekommen. Merkwürdiger jedoch ist die Verschiedenheit der Farben beider Bilder doppeltbrechender Mittel. Schon Brewster (Gilbert's Ann. 1820 Bd. 65 pag. 4) zeigte, daß von den beiden Kalkspathbildern das außerordentliche eine tiefere weniger leuchtende Farbe habe, als das ordentliche. Sieht man nun vollends durch Kalkspath einen Rubin an, so wird für gewisse Stellungen das eine Bild auf Kosten des andern rother. Im Maximum findet der Unterschied senkrecht gegen die Axe gesehen Statt, wo bekanntlich die Bilder am weitesten auseinander treten. Haidinger über Pleochroismus (Pogg. Ann. 65. 1) hat zu diesem Zweck ein kleines Instrument, **Dichroskop**, construirt. In seiner einfachsten Gestalt bedeckt man zwei Rhomboederflächen des Isländischen Doppelspathes mit schwarzem Firniß, schleift vorn und hinten eine Fläche H an, welche



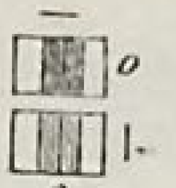
senkrecht gegen die Endkanten P/P des Rhomboeders steht: vorn klebt mit Canadabalsam eine Vergrößerungslinse L, damit beide Bilder durch schwache Vergrößerung etwas deutlicher werden, hinten ein Spiegelglas s. Außerdem versieht man die Hinterseite mit einer Blendung, worin eine kleine oblonge Lichtöffnung geschnitten wird, damit bei Beschauung größerer Krystalle zwei Farbenfelder scharf getrennt sind, und die Farben deutlicher hervortreten. Die lange Seite des Oblongums legt man der langen Diagonale der Schnittfläche H parallel, und die kurze Seite macht man so lang, daß die beiden Bilder mit ihrer langen Seite aneinander stoßen. Durchsehend gewahren wir zwei Bilder: ein ordinäres o nach der langen Seite, und ein extraordinäres e nach der kurzen Seite schwingend. Um zu sehen, welches Bild e oder o sei, dürfen wir nur einen schwarzen Fleck auf weißes Papier machen, o ist dann glatt, ohne sichtbare Papierfasern, an e sieht man nicht blos die Papierfaser, sondern es hat auch einen sehr deutlichen gelben und blauen Saum, die beide einander gegenüber liegen.



Nehmen wir jetzt einen kleinen Rubin von Ceylon, der in regulären sechsseitigen Säulen mit 3- und 6gliedrigen Endflächen krystallisirt, und kleben ihn horizontal der Axe c mit Wachs auf einen Nadelknopf: parallel der Axe c durchgesehen, also senkrecht gegen die **Geradendfläche** (Farbe der Basis), bleiben beide Bilder unverändert purpurroth, ihre Schwingungen gehen senkrecht gegen die Axe c, die Farben sind daher nicht verschieden, von Kleinigkeiten abgesehen. Legen wir jetzt die Rubinaxe c quer, d. h. der Schwingungsebene von o parallel, so wird o ganz bleich, e bleibt aber intensiv roth (Axenfarbe), wie vorher; die Schwingungen parallel der Rubinaxenebene a a fallen hier mit denen von e zusammen. Stellen wir daher





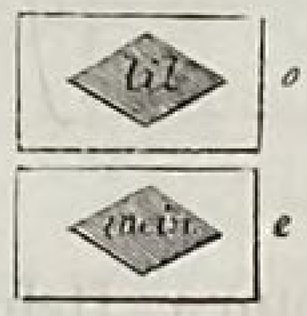


die Rubinaxe a **aufrecht**, so muß sich umgekehrt e entfärben, und o roth bleiben. Eine Folge davon ist, daß bei **schiefer** Stellung der Rubinaxe c gegen die lange Oblongseite, wenn die Drehung 45° beträgt, beide Bilder gleich aussehen, aber bleicher. Es macht

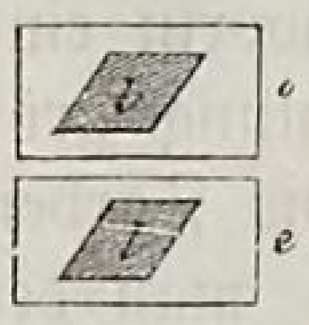


sich bei dieser Drehung aus der horizontalen oder verticalen Axenstellung in die schiefe gerade so, als wenn das eine Bild sich auf Kosten des andern färbte, daher erscheinen im Gleichgewicht von 45° beide blasser. Die Farbe der Basis und Axenfarbe sind bei den optisch einaxigen Mineralen sehr wenig von der Farbe im bloßen Licht verschieden. Das Interesse liegt mehr in der Differenz der Farben beider Bilder, in welcher Beziehung sich die einzelnen Minerale nicht gleich verhalten. Man sagt daher, sie wirken mehr oder weniger auf das Dichroskop.

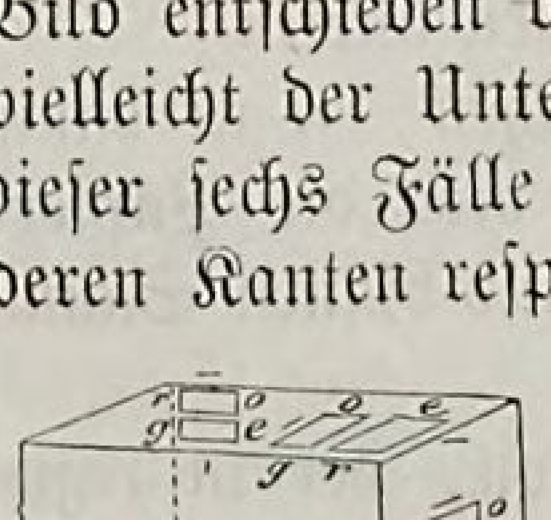
Nehmen wir jetzt einen brasilianischen Topas, wo möglich lilafarbig, der zweigliedrig in geschobenen Säulen von 124° mit sehr blättriger Geradendfläche krystallisirt. Die Säulenkante geht der Axe c parallel, die



kurze Diagonale des Blätterbruchs entspricht der a, und die lange der b. Sehen wir jetzt mit dem Dichroskop **parallel** c senkrecht gegen den blättrigen Bruch, so ist o schön lilafarbig, e lichtweingelb, vorausgesetzt, daß b der langen Oblongseite in der Blendung parallel liegt; umgekehrt ist aber e lila und o gelb, sobald die kurze Axe a der langen Oblongseite parallel geht. Gleichfarbig



werden dagegen beide Bilder für die **Zwischenstellung**, sobald eine der Säulenflächen ungefähr der langen Oblongkante parallel geht, und in diesem Falle schwächt sich das Lila ab, indem es sich unter beide Bilder gleichmäßig vertheilt. Gegen die scharfe Säulenkante gesehen ist bei horizontaler Lage der langen Oblongkante o gelb und e roth, bei verticaler dagegen o roth und e gelb. Gegen die stumpfe Säulenkante gesehen, tritt zwar der Unterschied nicht so scharf hervor, allein im richtigen Licht betrachtet ist doch das obere Bild entschieden blasser, als das untere, und beim Anschleifen möchte vielleicht der Unterschied noch stärker hervortreten. Zur Versinnlichung dieser sechs Fälle mache man sich eine **Oblongsäule mit Geradendfläche**, deren Kanten respective den drei Axen a b c entsprechen, trage die Schwin-



gungsrichtungen durch Striche ein, dann sieht man, daß auf den Säulenflächen A B alle rothen Bilder r parallel der Axe c schwingen; auf B C alle gelben g parallel der Axe a 2c. Will man jedoch kleine Unterschiede festhalten, so sind auf jeder Fläche für die verticale und horizontale Stellung des dichroskopischen Sehlochs zwei Farben zu unterscheiden auf A gelb parallel b und roth parallel c schwingend; auf B gelb parallel a und roth parallel c schwingend; auf C roth parallel b und gelb parallel a schwingend. Für die Zwischenstellung des Sehlochs ändern aber die Farben, jedoch gehört das Detail davon in die feineren Untersuchungen der Optik.

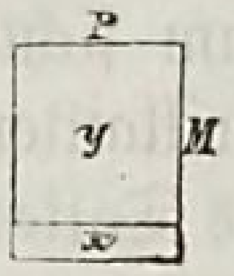
Irisiren finden wir besonders bei blättrigen Mineralien: auf Klüften zeigen sich sehr schönfarbige Ringsysteme (Neutonianische Farbenringe), ihr Dasein blos einer dünnen Luftschicht dankend, die Interferenzen der Lichtwellen erzeugt; am blättrigen Gyps trifft man sie häufig, sogar beim Druck beweglich. Sie sind im reflectirten Lichte am sichtbarsten, bleichen und verschwinden beim durchgehenden. Die brillanten Farben dünner Blättchen, wie sie sich besonders beim Zerreißen des Talkes zeigen, finden auch durch Interferenz ihre Erklärung. Die Regenbogenachate von Oberstein irisiren beim durchfallenden Lichte, da hängt es wesentlich mit der Gesteinstructur zusammen. Granaten von Piemont zeigen nach der Entdeckung von Sismonda auf ihren Flächen feine Streifen, welche Regenbogenfarben erzeugen; taucht man sie ins Wasser, so schwindet die Farbe so lange, bis sie wieder trocken sind.

Das Anlaufen bedingt ebenfalls nicht selten Regenbogenfarben, die in einem dünnen Niederschlage oder einer dünnen Zersetzungsschicht ihre Erklärung finden. Prachtvoll bunt angelaufen und zwar pfauenschweifig findet sich: Steinkohle, Eisenglanz, Brauneisenstein, Kupferkies 2c.; taubenhälsig gediegen Wismuth; regenbogenfarbig Grauspießglanz 2c. Man kann die Ursache oft leicht verfolgen. Wenn man z. B. einen glänzenden Schwefelkies wiederholt befeuchtet und trocknen läßt, so überzieht er sich bald mit einer irisirenden Schicht in Folge chemischer Zersetzung. Vergleiche hier die künstlichen Nobili'schen und Böttcher'schen Farben auf Metallplatten, die Färbung des Wismuths (Pogg. Ann. 74. 586), Kupferkieses, das Anlaufen des Stahles 2c. Die Schicht kann auch einfarbig sein, so läuft Silber gelb an 2c. Ein einfaches Verschießen der Oberflächenfarbe kommt besonders bei opaken Erzen vor, Magneteisen hat auf alten Bruchflächen eine etwas andere Farbe als innen, Buntkupfererz läuft an frischer Bruchfläche schon nach wenigen Tagen mehr roth an. Zuweilen zeigen sich auf verschiedenen Krystallflächen die Farben verschieden (Hausmann, Jahrb. 1848, 328), die so genannten Briefcouverte in Eisenfrischschlacken liefern dazu das schönste Beispiel.

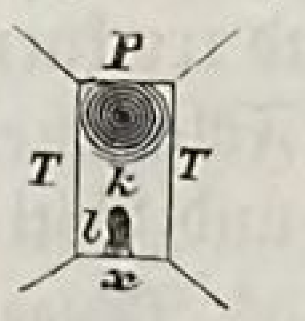
Ein inneres eigenthümliches von der Structur herrührendes Farbenspiel zeigen viele Minerale: die brennenden Tinten im Innern edler Opale; die prangenden Farben fossiler Perlmutter (Muschelmarmor von Kärnthen); der milde Schein der Faserstructur des Gypses und Katzenauges; das wogende Licht des Chrysoberylls und Korundes. Letzterer steigert sich sogar zum Asterismus, wo die Strahlen einen sechsseitigen Stern bilden, wie er im durchfallenden Lichte beim Canadischen Glimmer erscheint, und entschieden von eingesprengten fremdartigen Krystallfasern herrührt. Namentlich überraschen die beweglichen Farben im Innern der verschiedenen Feldspathe: nach Brewster gehen die Reflexe unter dem Mikroskop von kleinen viereckigen Blättchen aus, die entweder leer oder mit Materie geringerer Brechkraft erfüllt sein müssen. Heß (Kastner's Archiv für Naturl. 1826 X. 273) und N. Nordenskjöld (Pogg. Ann. 1830. 19. 179)

haben sich damit vergeblich beschäftigt, erst meinem Collegen Reusch (Pogg. Ann. 1862 Bd. 116, 392; Bd. 118, 256; Bd. 120, 95) ist es gelungen, den wahren Zusammenhang mit der Krystallform nachzuweisen. Im

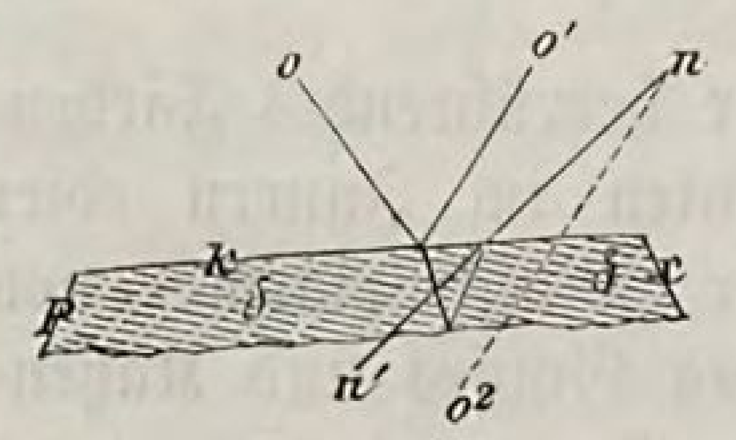
Adular vom Zillerthal sieht man den **bläulichen Lichtschein** auf zwei



Flächen k = a : ∞b : ∞c und y = c : ⅓a' : ∞b. Ungefähr parallel y müssen die Krystalle geschliffen werden, um die Ringsysteme zu sehen. Legt man eine solche Platte auf ein dunkeles Tuch, so daß x an der Oblongsäule P/M vordere Schiefendfläche bildet, und erhebt das Auge senkrecht darüber, so sehen wir jenen bläulichen Schein. Drehen wir jetzt die Platte 180° um Linie P, so bleibt der Schein; drehen wir dagegen um M, so verschwindet er, weil dann x hintere Schiefendfläche wird. Drehen wir nun aber in dieser Lage, wo wir nichts sehen, die Platte um Linie P, bis etwa k horizontal sein würde, so kommt das Licht wieder, während wir bei solcher Manipulation nichts sehen, wenn wir von der ursprünglichen Lage der Platte ausgehen. Bringen wir nun die Platte nahe ans Auge, und sehen im Spiegel nach einem Lichte, so löst sich der blaue Schein in ein begrenztes „Nebelbild" auf. Man kann dazu auch die öfter vorkommende **Fläche** k benützen: ist l der Reflex eines Kerzenlichtes, so liegt **darüber** das kreis-



förmige Nebelbild, in welchem man kaum die Stelle der Flamme unterscheidet. Entfernt man dann das Stück vom Auge, so bedeckt das Nebelbild die ganze Fläche, und erregt jenen bekannten bläulichen Lichtschein. Also Nebelbild in der Nähe und Lichtschein bei Entfernung der Platte. Welch wesentliche Rolle die Richtung spielt, von welcher ich sehe, zeigt der prachtvolle Farbenschiller beim labradorisirenden Feldspath von Norwegen in seinen „Karlsbader Zwillingen": obgleich k darin einspiegelt, so sieht man doch bei horizontalen k und medianer Stellung den Schiller nur auf einem Individuum. Alles das führte zu der bestimmten Vermuthung, daß das Nebelbild seine Existenz inneren Ungleichheiten danke, welche etwa nach der **Fläche** δ des Murchisonit (δ/k etwa 10°) streichen: ein Strahl o wird dann auf der Ober-



fläche k nach o' reflectirt, im Innern aber von δ nach n. Das Auge in n sieht also zwei Bilder: ein Reflexbild o^2 und darüber das Nebelbild n'. Schleift man den Adular parallel δ an, so fallen Reflex- und Nebelbild zusammen.

Labrador hat seinen herrlichen Farbenschein (Labradorisiren) ebenfalls auf 2 Flächen M und τ, die aber ganz unsymmetrisch liegen, wie es das 1gliedrige System erfordert: lege ich M horizontal, τ hinten, und den stumpfen Winkel P/M links, so nimmt das Auge senkrecht darüber die schönsten Regenbogenfarben wahr. Drehe ich dann aus dieser Stellung das Stück um Axe M/τ gegen das Licht, so geht der Farbenschein auf τ über. Nehme ich dagegen umgekehrt τ horizontal nach vorn, und den stumpfen Winkel P/M rechts, so hat bei senkrechtem Auge τ die Farbe, welche bei der Drehung wieder auf M springt.

Man ist übrigens im Stande, jede der Flächen so im Azimuth zu drehen, daß die Farben immer wenn auch nicht in gleicher Intensität bleiben. Die Senkrechte beschreibt dann eine Kegeloberfläche. Auch der kupferfarbige Schiller von Hypersthen gehört zu den Nebelbildern: man darf nur den Blätterbruch poliren, das Auge nahe daran halten und gegen ein Licht sehen, dann bleibt die Kupferfarbe an einer Stelle. Entfernt man aber das Stück vom Auge, so nimmt nach und nach der Kupferschiller (Nebelbild) die ganze Fläche ein. Die Nebelbilder, wovon zwar schon Brewster beim Achat spricht, sind eine wichtige Errungenschaft, deren wahre Bedeutung wir erst Hrn. Reusch danken.

Fluorescenz (Fluoriren) hat vom Cumberländischen grünen Flußspathe den Namen, welche Farbe eigenthümlich ins Blau schillert. Die Differenz der Farbe wird besonders deutlich erkannt, wenn man mittelst einer convexen Linse von einigen Zoll Brennweite einen Lichtkegel darauf fallen läßt, der dann sehr schön blau gefärbt erscheint (Prof. Hoh, IV. Bericht Naturf.-Gesellsch. Bamberg. 1859. 38). Auch rohes Schieferöl, schwefelsaures Chinin, Uranglas etc. zeigen das merkwürdige Phänomen. Schon Göthe (Farbenlehre 1810 II pag. 342) stellte fluorescirendes Wasser durch Aufguß von Kastanienrinde dar, und Athanasius Kircher (Mundus subterraneus 1646 pag. 77) sahe dieses »portentum Chamaeleontinae naturae« in Bechern aus dem früher officinellen »lignum nephriticum» geschnitzt vor sich gehen. Stockes (Philos. Transact. 1825) meinte, daß die unsichtbaren Strahlen jenseits des äußersten Violett, durch eine im Innern dieser Körper vor sich gehende Zerstreuung, in andere Strahlen verwandelt werden, welche in die Grenze der Brechbarkeit fallen, für welche die Netzhaut empfindlich ist: kurz Fluorescenz verwandelt Strahlen von hoher in solche von niederer Brechbarkeit, und das von ihnen ausgehende Licht ist nicht polarisirt, wie das reflectirte.

Glanz

wird durch Reflexion der Lichtstrahlen hervorgebracht. Bildet übrigens eine complicirte optische Erscheinung, die neuerlich Gegenstand vieler physikalischer Experimente geworden ist. Haidinger, Sitzungsberichte der Kais. Akad. Wissensch. 1849. Heft IV. pag. 137; Brücke daselbst 1861. XLIII; Wundt, Heidelberg. Jahrb. 1861. LIV.

Der Grad des Glanzes: ob stark glänzend, glänzend, wenig glänzend, schimmernd (Feuerstein), oder matt (Kreide), hängt meist von der Ebenheit der Oberfläche und bei Gemengen von der Größe des Korns ab. Wichtiger ist

die Art des Glanzes, welche von der Strahlenbrechung und Polarisation abhängen soll: 1) Metallglanz ist der intensivste und stets mit völliger Undurchsichtigkeit des Körpers verbunden. Gold, Silber, Kupfer, Bleiglanz etc. 2) Diamantglanz tritt mit der Durchscheinenheit ein. Sowie Blende, Zinnstein, Rothgülden etc. durchsichtig werden, geht ihr zweifelhafter Metallglanz in Diamantglanz über. Diamant und

Weißbleierz die schönsten Beispiele. Gehört nur Körpern von starker Strahlenbrechung an. 3) Fettglanz gleicht Körpern mit fetten Oelen bestrichen. Eläolith und Pechstein liefern Muster. Dünnschliffe zeigen stets Einschlüsse fremder Mineralien oder Hohlräume. 4) Glasglanz, der Glanz des Glases und Bergkrystalls, findet sich bei den bei weitem meisten Mineralen, die nicht metallisch sind, und das Licht schwach brechen. Perlmutterglanz, von entfernter Aehnlichkeit mit Perlmutter, wird beim Blätterzeolith, Gyps, Glimmer 2c. durch die Lagerung der Blätter, und Seidenglanz beim Weißbleierz, Fasergyps, schillernden Asbest 2c. durch die Faserstructur erzeugt. Früher schrieb man den Metallen die höchste Brechungskraft zu, und brachte damit die Eigenthümlichkeit des Glanzes in Verbindung, was jetzt nicht mehr angenommen wird. Jamin über die Farben der Metalle Pogg. Ann. 74. 528. Von Spiegeln der Flächen hängt die Deutlichkeit der Bilder ab, welche man im reflectirten Lichte darauf sieht. Diese Bilder werden in eigenthümlicher Weise verändert, sobald man z. B. einen Alaunkrystall ins Wasser taucht, abtrocknet, und wieder darauf sieht, oder wenn man Flußspath mit Schwefelsäure, Kalkspath mit verdünnter Salpetersäure behandelt, Brewster in Fechners Centralblatt für Nat. und Anthropol. 1853. Nro. 42. Leuchten, Spiegeln und Glänzen hält Dr. Wundt scharf auseinander.

Durchsichtigkeit

hängt von der Menge durchgehender Lichtstrahlen ab. Dabei muß die Gleichartigkeit der Masse wohl berücksichtigt werden, denn durch Risse und Sprünge können selbst die klarsten Minerale sich trüben. Wenn der Körper Lichtstrahlen zerstreut und verschluckt, so spielt natürlich auch die Dicke ein wesentliches Moment. Durchsichtig heißen Minerale, wenn man durch sie scharfe Umrisse erkennt, z. B. lesen kann: Edelsteine, Bergkrystall, Kalkspath, Gyps. Eine rauhe Oberfläche hindert diese Durchsichtigkeit zwar leicht, allein will man sie nicht durch Schleifen und Poliren entfernen, so darf man nur an gegenüberstehenden Enden Glasplatten mit kanadischem Balsam aufkleben. Für optische Versuche ein wichtiges Hilfsmittel. Halbdurchsichtige Minerale dürfen polirt nur verwaschene Umrisse zeigen, Durchscheinende lassen nur noch in dünnern Stücken einen Lichteindruck wahrnehmen, dieß endigt endlich mit der Durchscheinenheit an den Kanten, wie im Hornstein, Kalkstein. Undurchsichtig heißen die Erze und Metalle, welche selbst an den kantigen Bruchstücken keinen Lichtschimmer mehr zeigen. Zwar weiß man, daß selbst die opaksten Körper, wie z. B. Gold, als dünner Schaum von wenigstens $\frac{1}{200,000}$ Zoll Dicke zwischen Glasplatten gelegt ein grünliches Licht durchfallen lassen, feine Eisenglanzblättchen scheinen blutroth durch 2c., doch nennt der Mineralog das alles undurchsichtig. Magneteisen zeigt sich bei den dünnsten Schliffen immer schwarz, was das Erkennen im Mikroskop erleichtert.

Farbe

spricht das Auge am unmittelbarsten an, daher legte auch Werner großes Gewicht darauf. Die Körper scheinen einen Theil der farbigen Lichtstrahlen zu verschlucken, und die übrigen müssen dann ebenfalls farbig zurückgeworfen werden. Das Studium der feineren Farbenschattirungen macht zwar große Mühe, wer jedoch mit Farbenmischungen überhaupt sich abgegeben hat, findet sich leicht durch. Bekanntlich nimmt der Künstler nur drei Grundfarben an: Roth, Gelb, Blau, weil er daraus alle andern mischen, und durch Zusatz von Weiß und Schwarz auch alle Töne hervorbringen kann. Stellt man dieselben in einen Kreis, so liegen dazwischen die drei Mischfarben Orange (gelbroth), Violet (blauroth), Grün; letzteres eine so vollkommene Durchdringung von Blau und Gelb, daß darin das Auge keine der Grundfarben wieder erkennt. Eine Mischung von allen drei Farben gibt Braun. Zwischen den Grund- und Mischfarben liegen dann wieder sechs andere: Scharlach, Morgenroth, Apfelgrün, Aquamarin, Indigo, Purpur, wie es nachstehendes Bild darstellt:

Grün

Aquamarin Apfelgrün

Blau **Gelb**

Indigo Morgenroth

Violet Orange

Purpur Scharlach

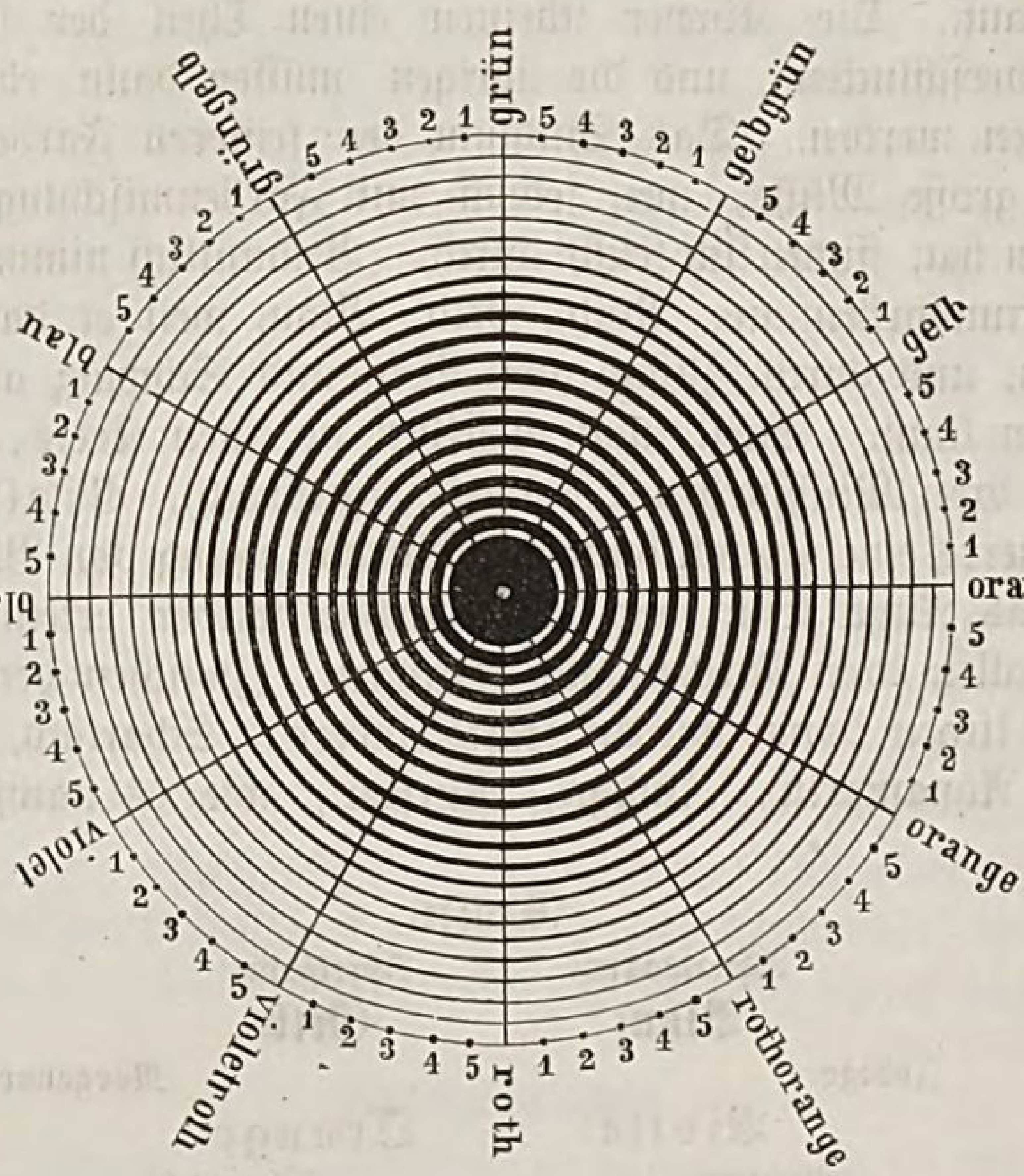
Roth

Newton nahm im Spectrum statt sechs zwar sieben Farben an (Indigo), allein mehr aus theoretischen Gründen, um in der Zahl Uebereinstimmung mit den 7 Tönen der Oktave zu bekommen. Da nun ferner zwischen Weiß und Schwarz die grauen Töne liegen, so sollte man 9 Hauptfarben unterscheiden, nämlich 5 Grundfarben (Weiß, Schwarz, Blau, Gelb, Roth) und 4 Mischfarben (Grau, Grün, Violet, Orange). Die mineralogische Sprache hat aber auf Violet und Orange kein Gewicht gelegt, statt dessen hebt sie Braun hervor, und so kam Werner zu folgenden 8 Characterfarben:

1) Schneeweiß: carrarischer Marmor, Alabaster, Schnee;
2) Aschgrau: Asche, Zoisit, Schieferthon;
3) Sammtschwarz: Obsidian, Steinkohle, Turmalin;
4) Berlinerblau: Sapphir, Cyanit, Steinsalz;
5) Smaragdgrün: Smaragd, Malachit, Dioptas, Uwarowit;
6) Zitronengelb: Rauschgelb, Uranocker, Flußspath, Bernstein;
7) Carminroth: Rubin, Kupferblüthe, Zinnober;
8) Kastanienbraun: Nilkiesel.

Chevreul, der als Director der Gobelinsfabrik in Paris mit den Farben sehr vertraut ward, hat in den Mémoires de l'Acad. de France 1861 XXXIII bestimmte Bezeichnungen einzuführen gesucht, und einer kürzern Abhandlung (des Couleurs, Paris 1864) prachtvolle Bilder hinzu-

gefügt. Er zieht in einem Kreise drei Radien unter 120°, welche roth (rouge), gelb (jaune), blau (bleu) bezeichnen. Dazwischen 60° von den



Grundfarben entfernt fallen orange (orangé), grün (vert), violet (violet), die Mischfarben erster Ordnung bildend. Zwischen diese sechs fallen dann Mischfarben zweiter Ordnung, die systematisch rothorange, orangegelb, gelbgrün, grünblau, blauviolet, violetroth, d. h. in der Richtung, wie die Farben im Spectrum verlaufen, und nie umgekehrt genannt werden. Man könnte nun wieder halbiren und zwölf Mischfarben dritter Ordnung zwischen schieben, allein Chevreul zieht es vor, statt dessen fünf Zahlen 1 2 3 4 5 einzuführen, wieder in der Richtung des Spectralfarbenlaufes. Auf diese Weise bekommen wir eine Scala (gamme) von

$$3 + 3 + 6 + 5 \cdot 12 = 72 \text{ Farbennüancen,}$$

die sich durch Zeichen leicht fixiren lassen. Das Cochenilroth des dichten Zinnobers fällt auf 3 zwischen Roth und Rothorange, man sagt einfach 3 rouge. Amethyst fällt auf 5 zwischen Blauviolet und Violet, man spricht 5 bleuviolet, und muß sich nur hüten, die Zahl nicht auf den folgenden Cardinalpunkt zu beziehen, sondern stets auf den vorhergehenden.

Der Ton, ob die Farbe blaß, hoch oder tief ist, wird durch eine Scala klar gemacht, die zwischen Weiß und Schwarz 20 Abstufungen darstellt, es ist das in unserer Figur durch 20 Kreise in gleichen Abständen angedeutet, die nach Innen immer schwärzer werden, denn je mehr sich der Farbestoff häuft, desto tiefer, je mehr er sich ver=

dünnt, desto bleicher muß er werden. Das schwarze Centrum 21 ist völlig schwarz, während der anliegende Kreis den 20ten Ton vorstellend, im Schwarz schon eine Farbe zeigt, je entsprechend dem zugehörigen Kreissector. Am andern Extrem dem Weißen nahe steht Ton 1, und in der Mitte Ton 10—12 zeigt sich die Farbe am höchsten. So hat der schwarze Eisenglanz von Elba 5 bleu 20 ton, d. h. seine Schwärze hat einen Stich ins Blauviolet; der gelbe brasilianische Topas 5 orangé 3 ton d. h. seine Farbe, fällt links neben Orangegelb mit blassem Ton, gebrannt wird er bleichroth 2 rouge 4 ton, während der männliche Rubin rouge 11 ton, also die brennendste reinste rothe Farbe, der lichte Talk vom Zillerthal 2 vert-bleu 1 ton den bleichsten Ton hat. Jede der 72 Farbennuancen mit 20 Tönen geben zusammen $72 \cdot 20 = 1440$ Couleurs franches, Brillantfarben. Dazu kommt nun noch die viel größere Zahl der Trübfarben, welche mit Schwarz versetzt sind, und zwar nach der Scala $\frac{1}{10}, \frac{2}{10}, \frac{3}{10}, \frac{4}{10}, \frac{5}{10}, \frac{6}{10}, \frac{7}{10}, \frac{8}{10}, \frac{9}{10}$, die man sich zwischen Weiß und Schwarz construirt. Allmählig werden dadurch die brennendsten Farben dem Schwarzen zugeführt, und wir gelangen zu der außerordentlichen Zahl $1440 + 9 \cdot 1440 = 14400$. Wenn darnach dem Kastanienbraunen Nilkiesel (jaspe égyptien) 3 orangé $\frac{4}{10}$ 11 ton zugeschrieben wird, so heißt das, dem Sector 3 zwischen Orange und Orange-gelb im 11ten Ton ist $\frac{4}{10}$ Schwarz zugesetzt. Werner unterschied beim

1. Weiß, welches dem 1sten Tone obigen Farbenkreises entsprechen würde, schnee-, röthlich-, gelblich-, grünlich-, blaulich- (milchweiß), graulich weiß. Aber eben so gut kann man von violettig- und orangeweiß sprechen, die beim Quarz schön vorkommen. Das Schneeweiß hängt wesentlich von der Structur ab: farblose Krystalle zu Pulver gestoßen, geben undurchsichtiges Weiß, wie sich also Schnee zum klaren Eise, so verhält sich weißer Statuenmarmor zum wasserhellen Doppelspath, Alabaster zum Fraueneis. Auch durch Verwitterung entstehen bei dem wasserhellen Zeolith Schneefarben, indem durch Wasserverlust ihre Atome gelockert werden. Am

2. Grau hebe ich nur das Perlgrau ein violettiges Grau (Porzellanjaspis) und Rauchgrau ein bräunlich Grau (Feuerstein) hervor.

3. Schwarz verdanken die Steine häufig kohligen und bituminösen Theilen oder Beimengungen von Magneteisen. Rabenschwarz hat einen Stich ins Grün, Pechschwarz einen Stich ins Gelb, was besonders am Pulver hervortritt.

4. Blau steht dem Schwarz am nächsten, besonders durch Kobalt, Eisen ꝛc. erzeugt. Da es neben Roth und Grün steht, so bilden diese hauptsächlich seine Nüancen. Das Lasurblau des Lasursteins hat einen Stich ins Roth, und beim Violblau des Amethystes und Flußspathes ist Roth und Blau ins Gleichgewicht getreten. Im Lavendelblau des Porzellanjaspis erkennt man Violblau mit viel Aschgrau. Pflaumenblau im Zirkon, Spinell ꝛc. ist ein röthlich Violblau. Smalteblau am Anhydrit ein reines lichtes Blau 4 bleu 7 ton. In-

digblau ein schwarzes Blau mit einem Stich ins Grün, Vivianit, 2 vert-bleu $\frac{8}{10}$ 9 ton. Entenblau ein schwarzes Blau mit viel Grün im dunkelfarbigen Talk. Himmelblau ein weißes Blau mit Grün, Linsenerz, Türkis, 5 vert-bleu 10 ton.

5. Grün hauptsächlich durch Chrom, Nickel, Kupfer, Eisen erzeugt. Aus Blau und Gelb bestehend streift es besonders nach diesen Seiten hin. Spangrün hat viel Blau in der Kupferfärbung des Amazonensteins. Seladongrün ist in der Grünerde vom Monte Baldo Spangrün mit Grau. Berggrün ein blasses Spangrün mit viel Grau, Farbe der grünen Keupermergel. Lauchgrün im Prasem von Breitenbrunn hat viel Schwarz. Apfelgrün im nickelgefärbten Chrysopras von Kosemütz ein reines blasses Grün, kaum mit einem Stich ins Gelb. Grasgrün ein reines Grün mit wenig Gelb, Strahlstein, Diopsid, Buntbleierz. Geht leicht ins Spargelgrün, Blaßgrün mit viel Gelb, Apatit im Talk von Tyrol. Pistaciengrün, im Epidot von Arendal, das ächte Saftgrün der Maler, ein schwarzes Grün mit viel Gelb. Olivengrün im Olivin ist nicht so dicht, und hat auch Grau. Oelgrün im Pechstein hat auch viel Grau und Gelb. Zeisiggrün ein reines lichtes stark gelbliches Grün, Kalkuranglimmer.

6. Gelb besonders durch Eisenoxydhydrat erzeugt, Grün und Roth als Nebenfarben. Schwefelgelb ein lichtes Gelb mit einem entschiedenen Stich ins Grün. Strohgelb blasses Gelb mit Grau, Karpholith. Wachsgelb ist graubraun, Gelbbleierz. Honiggelb ist dunkel mit einem Stich ins Roth, Honigstein, Bernstein, Flußspath. Ochergelb röthlichbraun. Weingelb blos mit einem Stich ins Roth, Topas vom Schneckenstein. Isabellgelb hat viel Grau, Natrolith vom Hohentwiel, 1 Orangé-jaune. Oraniengelb die Farbe der reifen Pommeranzen, Strich des Realgar.

7. Roth rührt häufig von Eisenoxyd her. Gelb und Blau als Nebenfarben. Morgenroth ein hohes Feuerroth mit Gelb, Realgar, Rothbleierz. Hyacinthroth das reine Gemisch von Gelb und Roth (Orange), hat aber im Hyacinth schon etwas Schwarz. Ziegelroth hat viel Schmutziggrau, Farbe des Eisenoxyds in den gebrannten Ziegeln. Scharlachroth hochroth mit einem starken Stich ins Gelb, Zinnober. Fleischroth blaß gelbroth am Feldspath. Blutroth die Farbe des Pyrop's mit Gelb. Rosenroth ein blasses reines Roth, Rosenquarz. Pfirsichblüthroth im Lepidolith von Mähren hat viel Blau. Kolombinroth im edlen Granat ist dunkel mit deutlichem Blau. Kirschroth neigt ins Schwarze beim Rothspießglanz.

8. Braun. Das Nelkenbraun im Rauchtopas und Axinit zieht sich ins Violblau, das Haarbraun im Holzzinn ins Gelblichgrau, das Leberbraun im Granat von Orawitza ins Grün 2c.

Die Wichtigkeit der Farben ist bei verschiedenen Mineralen sehr verschieden, und namentlich muß man wohl unterscheiden, ob die Masse als solche

farbig oder gefärbt

sei. Die **gefärbten**, wie die meisten Silicate und Salinischen Steine, sind an sich farblos oder weiß, und bekommen erst ihre Tinten durch eine fremdartige (metallische) Beimischung, die mehr oder weniger zufällig wegen ihrer Kleinheit noch nicht einmal überall bestimmt ermittelt werden konnte. Deßhalb pflegen dann auch die verschiedensten Farben vorzukommen: so möchte beim Quarz, Flußspath, bei den Edelsteinen 2c. keine Farbe fehlen, und wenn sie noch nicht gefunden ist, so darf man sie in Zukunft erwarten. Ganz anders verhalten sich die **farbigen** mit ihrer

Charakterfarbe, die nicht blos in ihren Nüancirungen enger begrenzt ist, sondern die Masse als solche kann gar nicht anders als bestimmtfarbig erscheinen: Kupferlasur ist immer blau, Malachit grün, Bleiglanz grau 2c. Hier hat dann die Farbe eine ganz andere Bedeutung, und ihr genaues Studium ist für das Erkennen unerläßlich.

Die Qualität der Farbe muß noch ganz besonders hervorgehoben werden, denn sie zeichnet sich trotz aller Zufälligkeiten doch nicht selten so specifisch aus, daß der Scharfblick eines Kenners mit Takt zu sondern weiß, was Laien kaum für möglich halten würden. Vor allem übt der Glanz seinen Einfluß: so wird durch den feuchten Glasglanz des Flußspathes die bunte Farbe in einer Weise modificirt, daß man sie überall wieder herauserkennt; der halbmetallische Schimmer des Diallag's und seiner Verwandten läßt die Mannigfaltigkeit der Farben in einem allen gemeinsamen Schiller leuchten, der freilich oft sehr versteckt liegt. Besonders aber verdienen vor den nicht- und halb-metallischen Farben

die Metallfarben Auszeichnung, deren eigenthümlicher Eindruck offenbar durch den Glanz bedingt ist. Es sind alles Charakterfarben, und wenn auch das Brennende und Extreme fehlt, so werden selbst die feinsten Abstufungen wichtig, da sie scharf der Substanz innewohnen, vorausgesetzt, daß ihr Gefüge keine Veränderung erleidet.

1. Roth. Kupferroth, die Farbe des Kupfers auf frischem Strich, enthält bedeutend Gelb, aber nur wenig Grau, 5 rouge-orangé $\frac{3}{10}$ 9 ton. Weniger Roth sind die glimmerartigen Blätter des Antimonnickel von Andreasberg, bleicher mit mehr Gelb und Grau der Kupfernickel. Das Roth im Buntkupfererz ist schon so gelbgrau, daß man es tombakbraun nennen kann. Das schönste

Tombakbraun kommt halbmetallisch bei verwitterten Glimmern (Katzengold) vor, es ist die Farbe der Messinglegirung mit viel Kupfer und wenig Zink, wobei also neben Graugelb immer noch ein Stich ins Roth bleibt. Sternbergit soll nach Zippe ausgezeichnet tombakbraun sein. Magnetkies hat zwar schon viel Gelb, aber doch immer einen solchen Stich ins Roth, daß man ihn noch zum Tombakbraun stellen darf. Blende, Hauerit 2c. haben zwar auch viel Roth, sind aber kaum halbmetallisch. Violet ist der regulus Veneris eine Legirung von Kupfer und Antimon.

2. Gelb. Speisgelb, Gelb mit Grau, ausgezeichnet beim Schwefelkies; der Binarkies scheint schon etwas lichter. Messinggelb, die

ausgezeichnete Farbe des Kupferkieses, hat gegen Schwefelkies gehalten einen entschiedenen Stich ins Grün. Goldgelb ist das reinste metallische Gelb, in seiner intensivsten Farbe erinnert es mehr an Ocher- als Zitronengelb. Da dünne Goldblättchen grün durchscheinen, so mag daraus zum Theil die messinggelbe Farbe der Siebenbürgischen Goldblättchen sich erklären. Durch Legirung mit Silber folgen dann alle Stufen der Verblassung.

3. Weiß. Silberweiß, die Farbe des Silbers auf frischem Strich, hat einen entschiedenen Stich ins Gelb. Der Arsenikkies steht ihm zwar nahe, hat aber mehr Grau statt Gelb. Wismuth und Glanzkobalt von Tunaberg sind dagegen röthlichsilberweiß; Zinnweiß hat einen Stich ins Blau, Quecksilber, Antimon, Speiskobalt.

4. Grau hält die Mitte zwischen Weiß und Schwarz, und die Grenzen sind unsicher, so nennen Einige das Platin noch Weiß, Andere schon Grau. Das normale Grau ist

Bleigrau, die Farbe des frischen Bleies, sie ist bei den Erzen so verbreitet, und selbst in ihren feinern Abstufungen so wichtig, daß man es nicht unterlassen muß, die Hauptabänderung zur Vergleichung sich zusammen zu stellen:

Weißlichbleigrau ist das gediegene Arsenik auf frischer Bruchfläche.

Gemeinbleigrau das Grauspießglanz, es hat einen Stich ins Blau, und unterscheidet sich dadurch vom Stahlgrau.

Frischbleigrau, die brennende Farbe des Bleiglanzes, zeigt einen entschiedenen Stich ins Roth, noch rother ist Molybdän.

Schwärzlichbleigrau ist das gemeine Bleigrau mit viel Schwarz, Glaserz, Kupferglas.

Stahlgrau ein fahles Grau ohne Blau: Zinckenit, Schrifterz, Wismuthglanz, die lichten Fahlerze.

5. Schwarz. Eisenschwarz mit viel Grau, Magneteisen 4 bleu $\frac{9}{10}$ 18 ton, Eisenglanz 5 bleu 20 ton.

Das entschiedene Blau und Grün fehlt also, beide treten aber häufig beim Anlaufen der Metallfarben auf.

Farbenzeichnung. Die Farben sind nicht immer im Minerale gleichmäßig vertheilt. Ausdrücke wie punktirt, gefleckt, gewolkt, geflammt, gestreift, marmorirt werden von selbst verständlich. Höchst eigenthümlich erscheinen die dendritischen Zeichnungen in Achaten und Kalksteinen, deren schwarze Mangansuperoxydfärbung sich wie Bäumchen verzweigt, welche namentlich in den Solnhofer Schiefern den alten Petrefactologen viel zu schaffen machten. Die Färbung vertheilt sich darin nach dem Gesetz der Haarröhrchen. Aber auch in Krystallen sind öfter ungleiche Färbungen am Diopsid, Turmalin von Elba ꝛc. sehr auffallend, sie verschwimmen gegenseitig in unregelmäßigen Grenzen, beim Smaragd scheiden sie sich dagegen zuweilen genau nach der Geradendfläche der sechsseitigen Säule.

Strich. Die Farbe des Pulvers ist namentlich bei Erzen nicht selten auffallend anders als die des unverletzten Minerals. Man nimmt das schon wahr bei einfachem Ritzen mit dem Messer. Deutlicher wird die Sache, sobald man über die rauhe Fläche einer Biscuit-Platte hinfährt, wozu die Hinterseite einer porzellanenen Abdampfschüssel benützt werden kann. Die Alten wetzten sie naß auf Schleifsteinen, wobei die Farben am lebendigsten hervortreten, so verfiel man auf die Namen Blutstein (Hämatites), Milchstein (Galaktites) &c.

Specifisches Gewicht (Dichtigkeit).

Darunter versteht man das Verhältniß der Masse zum Volumen. Als Einheit wird destillirtes Wasser bei seiner größten Dichtigkeit genommen. Ein Cubikcentimeter Wasser wiegt dann 1 Gramm, und Quarz ist 2,65mal schwerer. Bei rohen Wägungen geht man jedoch blos von der gewöhnlichen Temperatur aus. Obgleich Archimedes es entdeckte, und der Araber Abul Rihan im 11ten Jahrhundert das Eigengewicht von Metallen und Edelsteinen schon auffallend genau bestimmte, so hat doch erst unsere Zeit dieses wichtige Kennzeichen gehörig benützt (Böttger, Tabellarische Uebersicht der specifischen Gewichte der Körper. 1837). Agricola nat. foss. pag. 577 unterschied nur laeves, graves, mediocres, und wußte nichts vom Wägen in Wasser.

Das absolute Gewicht g durch das Gewicht eines gleichen Volumens Wassers $g-\gamma$ dividirt gibt das specifische Gewicht. Man bedient sich dabei der gewöhnlichen Wage der Chemiker, die bei 100 Gramm Belastung noch 0,5 Milligramm, also $\frac{1}{200{,}000}$ Theil, angibt. Zu Löthrohrproben hat man feine Hebelwagen, die bei 2 Decigrammen Belastung 0,1 Milligramm noch deutlich anzeigen. 1 Quentchen = 3,6 Gramm. Steinheil (Abh. Münch. Akad. Wissensch. IV. 199) konnte sogar bei der Verfertigung des Normal-Kilogramm von Bergkrystall, welches die Neapolitanische Regierung ankaufte, noch 0,2 Milligramm, also den 10 Milliontel Theil (es wog 2 Kilogr.) angeben.

Beispiel. Ein Topas wog in der Luft 8,75 Grm. = g; jetzt befestige man ihn an einem Coconfaden oder einem andern feinen Haar und wiege ihn unter Wasser, er wird dann um so viel leichter sein, als Wasser verdrängt ist, also 6,25 Grm. = γ wiegen. Das Gewicht des gleichen Volumen Wasser muß daher $g-\gamma = 2{,}5$ Grm. betragen, folglich das specifische Gewicht $\frac{g}{g-\gamma} = \frac{8{,}75}{2{,}5} = 3{,}5$. Raimondi (Pogg. Ann. 1856. 99. 639) hat das Verfahren auf ingeniöse Weise abgeändert, indem er beim Wägen im Wasser den Körper außerhalb der Wage befestigt, und so nach dem Archimedes'schen Princip gleich das Gewicht des verdrängten Wassers findet.

Klaproth wog auch in einem Fläschchen mit eingeriebenem Stöpsel, der oben ein Loch hat: zuerst bringe das mit Wasser gefüllte Fläschchen

auf der Wage ins Gleichgewicht, wirf das Mineralstück in die Flasche, so wird es gerade so viel Wasser verdrängen, als es groß ist, also γ wiegen. In der Luft gewogen war es aber g, woraus das Resultat erwächst. Solche kleine Flacons hat man im Handel vorräthig (Jenzsch Pogg. Ann. 99. 151).

Ist das Mineral im Wasser löslich, so wiegt man z. B. Steinsalz in Terpentinöl (0,872), Gyps in Alkohol. Man muß dann aber die gefundene Zahl mit dem specifischen Gewicht der Flüssigkeit, in welcher man gewogen hat, multipliciren. Gadolin (Pogg. Ann. 106. 213), bestimmte mit Hülfe der Hebellänge; Schiff (Journ. prakt. Chem. 75. 382) mißt die verdrängte Flüssigkeit, und was der Abänderungen mehr sind.

Man kann das Eigengewicht auch durch Schweben ermitteln, wozu sich eine Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd in Salpetersäure empfiehlt, die 2,9 Gew. hat. Darauf schwimmen Bergkrystalle, die durch Zusatz von Salpetersäure zum Sinken gebracht werden (Schafgotsch, Pogg. Ann. 116. 279).

So einfach das Verfahren auch erscheint, so stellen sich der genauen Ausführung doch Hindernisse aller Art entgegen. Namentlich spielt die Adhäsion des Wassers eine Rolle, sie macht fein vertheilte Niederschläge bald schwerer bald leichter als derbe Stücke (Osann, Pogg. Ann. 73. 605). Man hat daher neuerlich Benzin empfohlen, worin die Luft weniger adhärirt. Pulverisirte Minerale geben gewöhnlich sicherere Resultate, als ganze Stücke und haben diese ein sehr hohes specifisches Gewicht, so muß man sie möglichst groß wählen, weil Fehler im Wiegen dann geringern Einfluß haben. „Streng genommen sind die spec. Gewichte nur bei Anwendung gleicher Massen und gleicher Vertheilung vergleichbar."

Zum **Merken** denke an das spec. Gew. der Erde, welches Laplace 4,76, Reich 5,5 setzte. Nehmen wir im Mittel 5fach, so wäre es das der gewöhnlichsten Eisenerze: Eisenglanz, Magneteisen, Schwefelkies ꝛc.

Am schwersten sind die gediegenen Metalle: Iridium 22,4 Osmiridium 21,12, Platin gemünzt 22,1 und Gold 19,3, beide letztere in ihrem natürlichen Vorkommen aber immer leichter.

Wolfram 17,6, Quecksilber 13,6, Blei 11,39, Silber krystallisirt 10,8, Kupfer 8,96, Meteoreisen 7,79.

Hier schließen sich schon Erze an: Zinnober 8, Bleiglanz 7,5, Glaserz 7,2, Wolfram, Zinnstein 7, Weißbleierz 6,5 ꝛc., die also alle über das Gewicht der Erde hinausreichen.

Das hohe Steingewicht bleibt dagegen immer unter dem 5fachen: Schwerspath 4,5, Zirkon 4,4, Granat 4,3, Korund 4, Diamant 3,5.

Das gemeine Steingewicht sinkt auf die Hälfte des Erdgewichtes herab: Kalkspath 2,7, Quarz 2,65, Feldspath 2,58. Was darunter geht, sind schon

leichte Steine, wie Gyps 2,3, Blätterzeolith 2,2, Schwefel 2, Steinkohle 1,7 und leichter, Bernstein 1,1.

Eichenholz 0,93, trocknes Buchenholz 0,59, Tannenholz 0,55, Kork 0,24.

Schwefelsäure 1,85, Steinöl 0,9, Naphta 0,75, Eupion 0,65.

Atmosphärische Luft 0,001299, Wasserstoff 0,00008937, d. h. 14½=mal leichter. Folglich Irid: Wasserstoff = 1 : 0,000004. Gediegen Iridium wäre also zweihundertfünfzigtausendmal schwerer als Wasserstoff. 1 Cubikcentimeter Wasser wiegt bei + 4° C. im Vacuum 1 Gramm, 1 Cubikcentimeter Luft bei 0° und 760 mm (28") Barometerstand 0,001299 Gramm. Die feinern Hülfsmittel müssen bei der Chemie und Physik studirt werden. Ueber die Fehler beim Wägen vergleiche Mohr Geschichte der Erde 1866 pag. 238. Tschermak (Sitzungsbericht Wien. Akad. Bd. 47) konstruirte eine kleine Taschenwage mit Laufgewicht.

Cohäsionsverhältnisse.

Die Atome (Molecule) hängen untereinander auf verschiedene Art zusammen, namentlich unterscheidet der Physiker drei Aggregatszustände

a) gasförmig oder elastischflüssig. Athmosphärische Luft dringt in alle Räume der Erde. Kohlensäure bricht besonders mit Quellen und Vulkanen hervor. Kohlenwasserstoff, Schwefelwasserstoff &c. fehlen der Erde zwar nicht, allein sie fallen mehr dem Gebiete der Chemie anheim.

b) tropfbarflüssig. Meer, Seen und Flüsse mit ihren Quellen, die unter Umständen eine feste Form annehmen, fallen schon mehr in unser Gebiet. Quecksilber und Steinöl, als von festen Theilen der Erde eingeschlossen, sind nie bestritten worden.

c) fest, die Theile fließen nicht von selbst auseinander, sondern ihre Verschiebung setzt einen Widerstand entgegen, der bei verschiedenen Körpern sehr verschieden ausfällt, und ein wesentliches Kennzeichen abgibt. Man nennt es Härtegrad, der nach Grailich wesentlich von der Größe der Elasticität abhängt. Die alten Practiker bedienten sich der Feile, des Messers und des Stahles. So namentlich Werner. Erst Hauy drückte in seinem Traité de mineralogie die relative Härte durch Ritzen der Körper mit einander aus: „Kalkspath ritzt den Gyps, wird aber vom Flußspath geritzt". Was dann Mohs zur bekannten Härtescala führte. Den Widerstand, welchen ein Körper dem andern beim Ritzen entgegenstellt, genau quantitativ zu messen, hat seine eigenthümliche noch nicht überwundene Schwierigkeit. Der jüngere Seebeck kam 1833 zuerst auf die Idee eines belasteten Hebels, was Dr. Franz (Pogg. Ann. 1850. 80. 37) weiter verfolgte, und endlich in dem ziemlich complicirten Sklerometer von Grailich und Pekárek (Sitzungsb. Wien. Akad. 1854. XIII. 410) zu einem gewissen Abschluß kam. Für Ermittelung feinerer physikalischen Eigenschaften sind solche complicirten Instrumente schon gut, für den practischen Mineralogen haben sie jedoch nicht die Bedeutung, die man ihnen wohl hin und wieder beilegt. Die von der Wiener Akademie 1873 gekrönte Preisschrift des Dr. Exner (Untersuchungen über die Härte an Krystallflächen) lieferte sogar Härtecurven für die einzelnen Flächen,

welche der algebraischen Rechnung unterworfen wurden. Für die Vergleichung der verschiedenen Härtegrade ist die Mohs'sche

Härtescala allgemein eingeführt:

1) Talk, der grünlich weiße aus den Alpen mit dem Fingernagel ritzbar.

2) Steinsalz hat schon die Härte des Fingernagels, während der blättrige Gyps noch deutlich mit dem Nagel geritzt werden kann.

3) Kalkspath, besonders der blättrige von Erzgängen, läßt sich sehr leicht mit dem Messer ritzen. Freilich verschieden an verschiedenen Stellen.

4) Flußspath bei gehörigem Druck noch genügend angreifbar.

5) Apatit hat ungefähr Glashärte, läßt sich daher mit dem Messer bereits schwer beschädigen, aber wohl mit der Feile, wodurch man die Glasflüsse von ächten Steinen unterscheidet.

6) Feldspath, besonders der klare aus den Alpen, gibt mit dem Stahle schon glühende Funken, wenn auch nicht stark zündend.

7) Quarz mit dem Stahle gute Funken gebend.

8) Topas, mit ihm beginnt die Edelsteinhärte.

9) Korund ist der härteste unter den Gemmen, weit davon folgt

10) Diamant, der daher blos in seinem eigenen Pulver geschliffen werden kann.

Gewöhnlich setzt man bei Härteangaben blos die Zahl hin, doch darf man darin keine mathematischen Abstufungen vermuthen, wozu die Decimalbrüche mancher Schriftsteller verleiten könnten. Zwischen Korund und Diamant soll bei weitem der größte Abstand sein, was der Schleifer vor allem aus der Art, wie dieser beim Schleifen angegriffen wird, wahrnimmt. Der ächte Smirgel ist Korund, und deßhalb findet er beim Schleifen harter Steine hauptsächlich Anwendung. Quarz ist unter den gemeinen Steinen der härteste, was über ihn hinausgeht, zählt schon zur Edelsteinhärte. Unter dem Quarze stellt sich Zinnstein 7—6, Eisenglanz 6, Eisen 6—5 ꝛc. ein. Die meisten gediegenen Metalle sind unter Kalkspathhärte, werden aber durch Legiren etwas härter. Schon Agricola de nat. foss. pag. 572 macht hier gute Mittheilungen.

Wenn man die Härte mit der Feile prüft, so wird vom Feldspath die Feile zwar schon polirt, allein aus Ton, Pulvermenge und Politur der Feile kann man dennoch auf die Härte zurückschließen.

Härteverschiedenheiten kommen öfter an ein und demselben Minerale vor, wie das in so auffallender Weise der Cyanit zeigt, der auf dem Blätterbruch längs der Säulenaxe 5 und quer auf den Säulenkanten 7 hat. Auf dem blättrigen Bruche des Gypses kann man die Unterschiede schon mit der Feder wahrnehmen. Wenn man damit über die Spiegelfläche hinfährt, so dringt sie am leichtesten senkrecht gegen den Faserbruch ein. Beim Kalkspath fällt es gar mit dem Federmesser auf, was bereits Huyghens wußte: ritzt man nemlich den blättrigen Bruch längs der kurzen Diagonale von stumpfem Winkel zu stumpfem Winkel,

so bekommt man kein rechtes Pulver, wenn man an der Endecke c ansetzt, und hinabfährt, entgegengesetzt von der Seitenecke aus umgibt sich der Strich dagegen sogleich mit viel Pulver. Auch greift die Feile die Hauptecke leichter an, als die Seitenecken. Beim Bleiglanz kann man die Sache mit bloßer Hand nicht mehr wahrnehmen, doch soll die Masse parallel den Würfelkanten etwas härter sein, als parallel den Diagonalen. Franz stellt als allgemeines Gesetz auf, daß die härteste Richtung im Krystall den Blätterbrüchen parallel gehe, die weichste aber darauf senkrecht stehe. Die Härte metallischer Elemente soll proportional dem Eigengewicht dividirt durch das Atomgewicht sein Pogg. Ann. 1873 Bd. 150 pag. 644. Frankenheim Cohäsionslehre 1835 pag. 311; de crystallorum cohaesione 1829 und Baumgärtners Zeitschrift für Physik. 9. 94. Seebeck in Hartmann's Jahrbüchern der Mineral. und Geol. 1. 123. Frankenheim Nov. Acta Leop. XIX. 2. pag. 471 gab 14 mögliche Anordnungsweisen der Atome, Sohnke Pogg. Ann. 1867 Bd. 132 pag. 75 hat derartige Betrachtungen weiter verfolgt.

Qualitative Härte (Tenacität).

1) Spröde, lassen sich schwer beugen, aber leicht zerreißen. Will man von dem Mineral mit dem Messer etwas trennen, so fliegen die Theilchen mit Geräusch fort. Edle und halbedle Steine, Kalkspath 2c.

2) Biegsam, lassen sich leicht beugen, aber schwer zerreißen: elastisch biegsam der Glimmer, welcher in seine vorige Lage zurückspringt, gemein biegsam der Talk, welcher das nicht thut.

3) Milde, die Minerale lassen sich zu Staube oder Blättchen kratzen, die Stückchen bleiben aber auf dem Messer liegen. Gyps, Talk, Grauspießglanz 2c.

4) Geschmeidig, es lassen sich zerbrechliche Späne abschneiden, Wismuth, Glaserz, Hornsilber.

5) Dehnbar, die abgeschnittenen Späne sind streckbar (lassen sich zu Draht ziehen) und hämmerbar (lassen sich zu Blech platten): Gold, Silber, Platin, Eisen, Kupfer (Zink, Zinn), Blei. Vergoldete Silbermünzen scheinen auf frischer Schnittfläche vergoldet zu sein, weil sich eine Goldhaut über den Schnitt legt. Zu den Lyoner Tressen macht man aus einer Unze Gold 60 Meilen lange Fäden (Reaumur Mém. Acad. 1713. 144). Platindraht innerhalb eines Silberbarren ausgedehnt, das Silber alsdann mit Salpetersäure gelöst, gibt Platinfäden, die das bloße Auge nicht sieht, und wovon 140 auf einen Coconfaden gehen. Ein Kilogramm Wollastonscher Platindrähte reicht drei Mal um den Aequator. Blei läßt sich platten, aber nicht strecken, Eisen besser strecken als platten.

6) Zersprengbarkeit ist sehr schwer, schwer, leicht oder sehr leicht. Dehnbare Metalle lassen sich gar nicht zerschlagen, sondern nur zerreißen. Hornblendegesteine, Gyps, Talk lassen sich schwer zerschlagen, Obsidian dagegen sehr leicht. Die Trennungsfläche, gleichsam „die Gestalt der innern Oberfläche", heißt Bruch: man unterscheidet blättrigen,

fasrigen und dichten. Vom blättrigen haben wir schon pag. 11 geredet, da er innig mit der Krystallform zusammenhängt. Der fasrige zeigt nicht selten den prachtvollsten Seidenglanz. Es ist versteckte Krystallanhäufung, worin jede Faser der gleichen Axe zu entsprechen pflegt. Auch der dichte Bruch ist oft noch kryptokrystallinisch, wie dünngeschliffene Platten unter dem Mikroskop beweisen. Für das bloße Auge jedoch erscheint er auf der Sprungfläche

a) muschelig, vom Schlagpunkte gehen regelmäßige concentrische Wellen aus, welche man nicht unpassend mit einer Muschel verglichen hat. Nach der Art des Glanzes kann er Glas-, Opal- oder Feuersteinbruch sein.

b) splittrig, auf der mehr oder weniger muscheligen Schlagfläche reißen sich grobe oder feine Splitter los: Serpentin, Hornstein, Chalcedon. Durchscheinenheit hebt die Schieferchen deutlich hervor.

c) eben. Große Continuität, aber die Substanz schlammig, gewisse Kalksteine. Bleischweif, Lydischer Stein, Carneol.

d) uneben, bei erdigen Massen; aber auch Zinnstein, Kupferkies, Fahlerz 2c. stellt Werner dahin, was man jetzt besser kleinmuschelig nennt.

e) hackig, kommt nur durch Zerreißen geschmeidiger Metalle zum Vorschein, es ziehen sich dabei Fäden, welche am gebrochenen Ende etwas einbiegen. Stabeisen.

7) Zerreißbarkeit, sogenannte absolute Festigkeit, wird mit Stangen oder Drähten mittelst Gewicht geprüft. Stahl am festesten. Relative Festigkeit ist der Widerstand, welchen die Körper dem Zerbrechen entgegenstellen.

8) Tragkraft besonders für Bausteine wichtig Ein Porphyrcylinder von einem Quadratfuß Fläche kann 5000 Ctr. tragen, Granit 1800, Marmor 450, Bimstein 71. Diese sogenannte rückwirkende Festigkeit ist beim Gußeisen fünfzehnmal stärker als beim Granit.

9) Porosität. Die Substanz enthält Zwischenräume, sogar Blasen mit Flüssigkeiten und Gas gefüllt. Manche Minerale kleben an der Zunge, entwickeln unter der Luftpumpe Gas, nehmen färbende Mittel auf (Achat). Eine Goldkugel mit Wasser angefüllt bekommt bei starkem Druck auf der Oberfläche thauähnliche Tropfen (Akad. zu Florenz 1661).

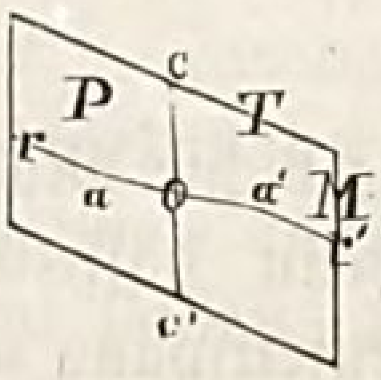
10) Zusammendrückbarkeit. Fundamente großer Gebäude drücken sich zusammen. Münzen erhalten durch den Stoß des Stempels ein Gepräge, wobei das Volumen kleiner, folglich das specifische Gewicht größer wird.

11) Elasticität, der zusammengedrückte Körper nimmt sein ursprüngliches Volumen wieder ein. Die Elasticitätsaxen ergeben sich besonders durch den Klang und die Klangfiguren. Höchst interessant ist in dieser Beziehung eine Abhandlung von Savart (Pogg. Ann. 16. 227) über die Schallschwingungen des Bergkrystalls. Er schnitt kreisförmige Platten von einer Linie Dicke und 24 bis 27 Linien Durchmesser. Wären diese homogen wie Glas, so müßten sie alle unter gleichen Bedingungen gleiche Knotenlinien und gleiche Töne geben. Das war aber nicht der Fall,

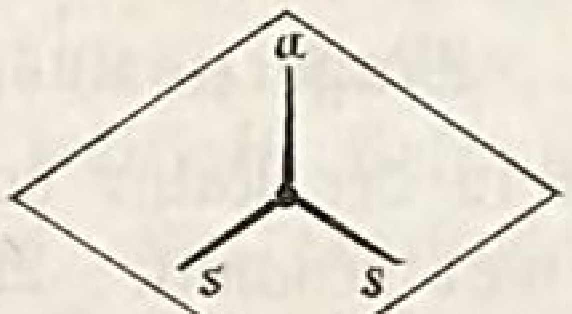
sondern die Töne auf den verschiedenen Flächen konnten um eine Quinte von einander abweichen. Alle Flächen mit gleichem krystallographischem Ausdruck verhalten sich gleich, nur mit der Ausnahme, daß am Dihexaeder die drei des einen Rhomboeder anders tönen, als die drei des andern, woraus hervorgehen würde, daß der Bergkrystall rhomboedrisch sei. Auch Kalkspath und Spatheisenstein wurden in die Untersuchung hineingezogen. Hier ist auch ein Wort zu sagen über die

Körnerprobe von Reusch (Monatsber. Berl. Akad. 1867 pag. 441). Schon längst war es mir bekannt, daß wenn man mit einer Meißelspitze auf dichte Minerale, wie Feuerstein, Achat, Serpentin ꝛc.

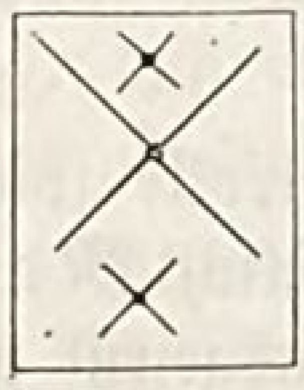

Achat

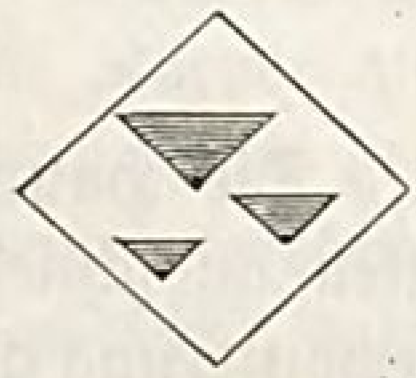


Gyps



Glimmer


Steinsalz


Kalkspath

plötzlich Schläge ausübe, sich zierliche Kegel nach innen absondern, die beim Achat und Feuerstein so sicher und sichtlich ausfallen, daß sie schon für besondere Einschlüsse gehalten sind. Ferner wußte man beim Kalkspath, der wegen seiner verschiedenen Härteverhältnisse viel untersucht wurde, daß beim Stich mit einer Nadel sich ein gleichschenkliches mattes Dreieck abhebt, welches von dem Stiche oder Spitzschlage aus stets seine Basis nach oben zur Hauptecke kehrt, während die Schenkel den Rhomboederkanten parallel gehen; schon Huyghens verglich das mit den Schuppen von Fischen. Darnach hätte man meinen sollen, die Risse, welche vom Schlagpunkte ausstrahlen, folgten vorzugsweise dem Blätterbruche. Allein Reusch fand beim Steinsalz, das doch so blättrig ist, gerade das Gegentheil, die Risse folgen vom Schlagpunkte aus den Flächen des Granatoeders. Es setzt das noch besondere Cohäsionsverhältnisse in der blättrigen Masse voraus. Beim Glimmer (Monatsb. Berl. Akad. 1869 pag. 83) wurde die Eigenschaft von praktischer Wichtigkeit, denn man kann hier mittelst der dreistrahligen Schlagfigur, welche sich selbst auf den dünnsten Platten durch den Stoß einer zarten Nadel darstellen läßt, den Verlauf der rhombischen oder regulären sechsseitigen Säule erkennen, da die Strahlen sich unter 120° schneidend den Seiten parallel gehen. Ein Strahl von den dreien entspricht der Axe a, und ist daher besonders characteristisch, senkrecht dagegen pflegt die Ebene der optischen Axen zu stehen; nur in seltenen Fällen fällt sie mit a zusammen, und scheidet dadurch eine kleine Gruppe von den zweiaxigen Glimmern ab, wozu namentlich Lithionglimmer gehört. Beim Gyps (Monatsb. Berl. Akad. 1868 pag. 135) wird die Schlagfigur schon etwas unsicherer, doch „setzt man eine Nähnadel senkrecht auf den Blätterbruch P im Punkte o ein, und gibt einen schwachen Schlag", so kommt ein gerader deutlicher Riß cc', welcher der gleichnamigen Axe entspricht, senkrecht eindringt, und folglich dem muscheligen

Bruche M parallel geht. Dagegen bildet der zweite Riß r r' eine unsicherere in a und a' geknickte Linie: die äußern Stücke davon a r und a'r' gehen einander mit dem fasrigen Bruche T parallel, und haben wie dieser Bruch überhaupt etwas Unstetes; der Zwischenriß a a' dagegen, welcher durch den Schlagpunkt o geht, dringt wieder bestimmter in die Masse ein, und würde einem versteckten Blätterbruch entsprechen, der auf der Hinterseite gelegen etwa einer Fläche $c : \frac{2}{3}a' : \infty b$ entspräche, die $11^0\,55'$ gegen die Hauptaxe geneigt wäre. Herr Reusch konnte diesen Bruch mittelst eines Lineals, dessen Kante der Schlaglinie parallel gelegt wird, wirklich darstellen.

Magnetismus.

Die Hauptrolle spielt in der Natur das dichte Magneteisen, von den Alten ausschließlich Magnet genannt. Wenn dasselbe einige Zeit der Verwitterung ausgesetzt war, so zieht es Eisenfeilspäne an, bekommt einen Bart, wirkt also polar (attractorisch), aber immerhin nur schwach. Gegen künstlichen Magnetismus verhält es sich wie gehärteter Stahl (Greiß Pogg. Ann. 98. 478). Die Krystalle von Tyrol verhalten sich dagegen wie weiches Eisen, und werden nur vom Magnete angezogen (retractorisch), sie können damit z. B. aus dem Sande in großen Mengen ausgeschieden werden, wie unter andern der natürliche Magnet vom Berge Blagodat am Ural zum Reinigen des gewaschenen Goldsandes benützt wird. Noch schwächer ist Magnetkies, das fast einfache Schwefeleisen. Wenn man daher eisenhaltige Minerale in der Desoxydationsflamme des Löthrohrs zu kleinen Kugeln schmilzt, so werden diese magnetisch, weil sich Magneteisen oder Magnetkies bildet. Unter den künstlich gewonnenen gediegenen Metallen zeichnen die Physiker außer Eisen noch Nickel, Mangan, Kobalt, Chrom aus. Wöhler hat ein magnetisches Chromoxyd $\dot{C}r^2\ddot{C}r$ künstlich dargestellt.

Schwachen Magnetismus zeigen noch eine Menge von Mineralen. Diese zu erkennen fand Hauy ein ingeniöses Mittel in der Methode des doppelten Magnetismus. Nähert man nämlich im magnetischen Meridian einer Magnetnadelspitze den gleichnamigen Pol eines Magnetstabes sehr vorsichtig, so stellt sich die Nadel senkrecht gegen den magnetischen Meridian. In dieser Nadelstellung bewirkt die Nähe eines nur wenig magnetischen Körpers am Pole sogleich ein Umschlagen der Nadel. Fournet und Delesse (Ann. de Chimie et Phys. 1849. 3 sér. 25. 194) haben sehr genaue Untersuchungen angestellt, und bestätigt, daß auch Eisenglanz und rother Glaskopf polarmagnetisch werden, wenn man sie mit starken Magneten in Berührung bringt. Eisenglanz von Elba fein pulverisirt kann man mit einem starken Magnet bis auf das letzte Körnchen wegnehmen, Beweis, daß das etwa beigemengte Magneteisen nicht der Grund sein kann. Plücker (Pogg. Ann. 74. 343) hat sogar die Intensität verschiedener Eisen-, Nickel- und Manganerze in Zahlen auszudrücken gesucht. Wenn selbst Felsen, wie Basalt, Serpentin, Thoneisenstein von Aalen rc.

sich magnetisch zeigen, so verdanken sie dieß entweder dem beigemischten Magneteisen, oder der Einwirkung des Erdmagnetismus. Schon Trebra entdeckte an den Schnarcher Klippen auf dem Brocken, Humboldt am Serpentin des Haidsberges im Fichtelgebirge eine Ablenkung der Magnetnadel. Delesse behauptet, daß der polare Magnetismus von den Krystallaxen unabhängig sei. Tasche über den Magnetismus der Mineralien u. Gesteine Jahrb. k. k. geologischen Reichsanstalt 1857 Bd. 8 pag. 650. Melloni Pogg. Ann. 1856 Bd. 106 pag. 106, für Felsenlehre wichtig.

Diamagnetismus. Obgleich Brugmans schon 1778 erkannte, daß eine Wismuthnadel zwischen die Pole eines Magnets gebracht so abgestoßen wird, daß sie senkrecht gegen die Verbindungslinie beider Pole steht, so fand doch erst Faraday (Pogg. Ann. 69. 280), daß alle Körper an einem Coconfaden zwischen die kräftigen Pole eines Elektromagneten gebracht entweder angezogen (axial) oder abgestoßen (aequatorial) werden. Körper die sich axial stellen, heißen magnetisch (paramagnetisch), und die sich äquatorial diamagnetisch. Für diese ist Wismuth, was für jene Eisen. Plücker (Pogg. Ann. 81. 115) zeigte weiter, daß diese Einwirkung bei Krystallen in eigenthümlicher Weise modificirt werde: es zeigen sich magnetische Axen, die im Allgemeinen mit den optischen zusammenfallen. Wismuth, Antimon, Arsenik stellen sich mit ihrer rhomboedrischen Hauptaxe als diamagnetische Körper äquatorial. Selbst geschmolzenes Wismuth langsam erkaltend und krystallisirend soll seine rhomboedrische Hauptaxe äquatorial stellen. Aequatorial stellte sich ferner die Hauptaxe des isländischen Doppelspath. Andere Kalkspathe verhielten sich freilich entgegengesetzt, woran wahrscheinlich Beimengung von Eisen Schuld war: Beweis genug für die Schwierigkeit dieser feinen Untersuchungen, welche hier zu verfolgen zu weit gehen würde. Es versteht sich dabei von selbst, daß wenn man aus einem solchen magnetisch einaxigen Krystalle eine Kugel schnitte, so würde diese Kugel an der Axe aufgehängt in jeder Stellung zwischen den Polen verharren; dagegen nach einem der Seitendurchmesser gelangte sie nicht eher zur Ruhe, bis die magnetische Axe von den Polen angezogen oder abgestoßen wäre, je nachdem sie para- oder diamagnetisch ist. Schon der Erdmagnetismus kann beim Cyanit öfter eine Axenstellung der Säule nach Norden bewirken.

Elektricität.

Hat ihren Namen vom Bernstein (ἤλεκτρον), der gerieben kleine Körper anzieht und abstoßt, was schon die syrischen Frauen wußten, aber erst im 17ten Jahrhundert erfuhr man, daß auch andere Harze, Schwefel, Glas rc. diese Eigenschaft haben.

Elektroskope dienen zur Wahrnehmung der Elektricität. Sehr einfach ist das elektrische Pendel, Hollundermark an einem Coconfaden aufgehängt, den man sich aus aufgedrehter Seide herauszieht. Noch empfindlicher sind Coconfäden, Katzenhaare rc. mit Wachs oder Siegellack an einem gläsernen Stabe befestigt. Hauy (Ann. du Mus. 1810. XV

pag. 1) bediente sich der elektrischen Nadel, ein Messingdraht an beiden Enden zu einer Kugel verdickt schwingt horizontal in einem Glashütchen auf einer feinen Stahlspitze nach Art der Magnetnadel. Man kann sie durch Berührung mit geriebenem Siegellack leicht laden. Behrens Goldblatt-Elektrometer (Gilbert's Annal. 23. 24) verbessert von Bohnenberger (daselbst 51. 190) und Fechner (Pogg. Annal. 41. 230) benutzte Rieß zu seinen Untersuchungen, auch Coulombs Drehwage kann zu einem sehr empfindlichen Apparat gemacht werden.

Leiter und Nichtleiter. Metalle und geschwefelte Erze sind gute Leiter, sie belegen sich mit Kupfer, wenn man sie zwischen Zinkblech klemmt und in Kupfervitriol taucht (Kobell, Münchener Gelehrt. Anzeig. 1850 Nro. 89 u. 90). Auch salinische Erze isoliren nur unvollkommen. Salinische Steine und Silikate isoliren dagegen im Allgemeinen gut, wie auch Glas, Schwefel und Harze. Seide und trockne Luft isoliren, Wasser und Wasserdampf leiten. Daher ein feuchter Zustand der Luft dem Experiment hinderlich. Uebrigens weist Wiedemann (Pogg. Ann. 76. 404) auf sinnreiche Weise nach, daß die Krystalle die Elektricität nach verschiedenen Richtungen verschieden leiten: bestreut man eine Glas- oder Harzfläche mit schlechtleitendem Pulver (Lycopodium), befestigt senkrecht darauf eine feine Nadel, so wird bei Annäherung mit einer Leidener Flasche das Pulver von der elektrisirten Nadelspitze aus nach allen Seiten hin gleichmäßig zerstreut. Wendet man statt des Glases z. B. ein Gyps- oder anderes Krystallblatt an, so zerstreut sich das Pulver ungleich, am meisten nach zwei diametral einander entgegengesetzten Richtungen, am wenigsten senkrecht darauf. Es bildet sich um die Nadelspitze nicht ein Kreis sondern eine Ellipse, deren lange Axe senkrecht gegen den muscheligen Bruch steht. Es soll die Elektricität sich nach der Richtung am schnellsten verbreiten, in welcher das Licht sich relativ am schnellsten fortpflanzt.

Reibungselektricität ist positiv (Glaselektr.) oder negativ (Harzelektr.). Schwefel, Bernstein, Honigstein, Asphalt isoliren, zeigen daher in bloßer Hand gerieben Harzelektricität. Edelsteine nebst Diamant, Quarz, Glimmer, Feldspath, Hornblende und Augit, Zeolithe, Granat, Kalkspath, Gyps, Flußspath, Schwerspath, Weißbleierz, Steinsalz 2c. isoliren ebenfalls, zeigen aber Harzelektricität. Malachit, Kupferlasur, Buntbleierz, Eisen- und Kupfervitriol, Rutil, Rothkupfererz 2c. isoliren nur unvollkommen und zeigen gerieben Harzelektricität. Graphit, Steinkohle, Magneteisen, Wolfram, Schwefelkies, Kupferkies, Bleiglanz, Fahlerz müssen isolirt gerieben werden, um Harzelektricität zu zeigen, weil die bloße Hand leitet, und die erregte Elektricität sogleich zur Erde führt.

Da gleiche Elektricitäten sich abstoßen, ungleiche anziehen, so darf man die Elektroskope nur mit bekannter Elektricität laden, um sogleich die Art der Elektricität zu erkennen. Beim Erfolge des Reibens kommt es freilich auch wesentlich auf die Beschaffenheit der geriebenen Fläche an: an ein und demselben Krystalle werden matte Flächen negativ, glatte positiv elektrisch. Beim Cyanit zeigen sich sogar einige Krystalle positiv,

andere negativ, ohne daß man einen äußern Grund in dem Aussehen der Flächen angeben könnte. Das führt dann zu feinen Distinctionen. Glatter Doppelspath wird sogar schon durch Druck zwischen den Fingern positiv elektrisch, und zeigt diese Elektricität noch nach vielen (11) Tagen, ebenso Aragonit, Flußspath, Topas ꝛc. (Hauy Ann. Chin. Phys. 1817. V. 95). Am Glimmer zeigt bei der Spaltung die eine Hälfte sich positiv, die andere negativ elektrisch.

Thermoelektricität (Pyroelektricität). Wenn man edle Turmalinkrystalle erhitzt, so bekommen sie die merkwürdige Eigenschaft, kleine Körper anzuziehen und abzustoßen, was schon die Indier lange wissen sollen, von denen es die Holländer in Erfahrung brachten. Hauy hat sich besonders Verdienste darum erworben. Er führt Turmalin, Boracit, Topas, Kieselzinkerz, Faserzeolith, Prehnit, Axinit, Sphen als thermoelektrisch auf. Brewster (Pogg. Ann. 2. 297) fügte noch mehrere hinzu, worunter Zucker und Weinsteinsäure zu erwähnen ist. Dieser experimentirte sehr einfach, indem er blos kleine Stücke der innern Membran von Arundo Phragmites die gewärmten Krystalle anziehen ließ. Später haben Köhler (Pogg. Ann. 17. 616), G. Rose (Pogg. Ann. 39. 285 und 59. 353) und Hankel (Pogg. Ann. 49. 493; 50. 237 und 61. 281) die Sache mit vollkommnern Instrumenten begründet.

Die Elektricität häuft sich besonders auf den Ecken und Kanten an, und bei Aenderung der Temperatur treten beide Elektricitäten am entgegengesetzten Ende auf. Die Linie, welche diese Pole verbindet, heißt elektrische Axe, sie fällt mit einer krystallographischen meist zusammen. Aber nicht die Wärme als solche, sondern die Veränderung der Wärme erregt die Elektricität. Man kann daher einen thermoelektrischen Krystall erwärmen, hält man ihn aber immer auf gleicher Temperaturhöhe, so zeigt sich nichts, erst bei zu- oder abnehmender Wärme tritt die Wirkung ein. Auch darf die Temperatur nicht zu hoch steigen. Gewöhnlich untersucht man bei abnehmender Wärme, und nennt dann den Pol mit Harzelektricität negativ (—), mit Glaselektricität positiv (+); bei zunehmender schlagen dagegen beide um, der + wird — und der — wird +. Rose und Rieß haben daher den negativen Pol auch analog genannt, weil bei abnehmender Temperatur Pol und Wärme das gleiche Vorzeichen (—) bekommen, der positive heißt dann antilog, weil die Elektricität ein anderes Zeichen (+) hat, als die abnehmende Wärme (—). Gewöhnlich faßt man die Krystalle in einer (isolirenden) Zange und erhitzt sie in der Weingeistlampe. Gaugain (Compt. rend. 1856. 42. 1264; 43. 916, 1122) umwickelte die Turmaline an beiden Enden mit Platindrähten, und brachte einen Draht mit der Erde, den andern mit dem Elektroskop in Verbindung, stellte sogar ganze Batterien von Krystallen auf, um die elektrische Stärke zu messen.

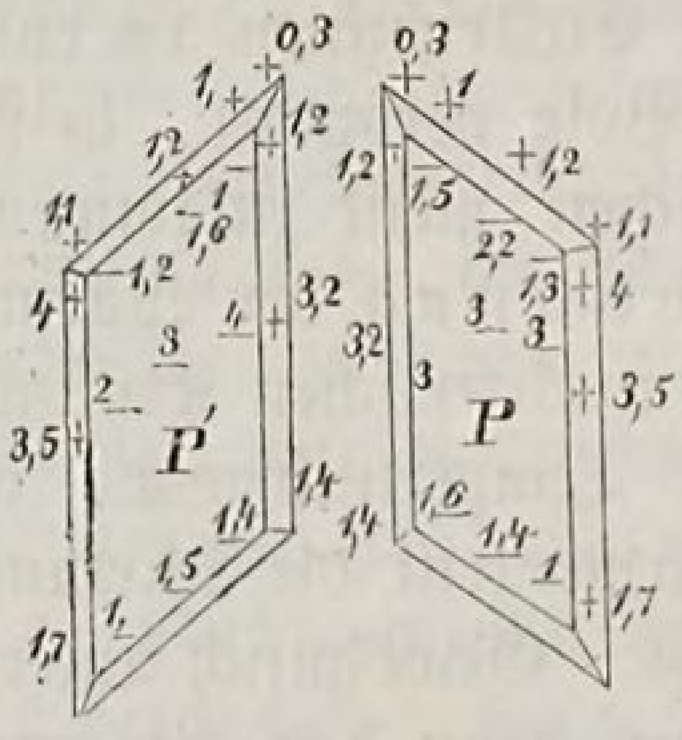
1) Terminalpolar mit 1 Axe, die Krystalle zeigen nur eine elektrische Axe, welche mit der Krystallaxe c zusammenfällt: Turmalin, Kieselzinkerz, Faserzeolith. Beide erstere sind zugleich hemiedrisch, und

meist kann man schon aus der Gruppirung der Flächen auf die Art des Poles schließen. Kieselzinkerz zeigt sich bereits bei gewöhnlicher Temperatur elektrisch. Mit Katzenhaar läßt sich das schon zeigen.

2) Terminalpolar mit 4 Axen: Boracit, die glänzenden Tetraederflächen + (antilog). Vielleicht auch Helvin.

3) Terminalpolar mit 2 Linien, davon die eine an beiden Enden analog, die andere antilog ist: Axinit.

4) Centralpolar, die Enden der Axe a sind beide + (antilog), das Centrum aber — (analog); Topas und Prehnit. Hankel (Abh. math. Cl. Sächs. Ges. Wiss. 1872 X pag. 365) bewies gerade am Topase, den schon Hauy und Erman sorgfältig prüften, daß bei gut ausgebildeten Krystallen die Hauptaxen c sammt den kurzen Nebenaxen a an ihren beiden Enden positiv, die Enden der langen Nebenaxe b dagegen negativ sind, und zieht aus seinen langjährigen Beobachtungen den Schluß, daß die Polarität mit entgegengesetzten Elektricitäten an den Enden der Axen zu den Ausnahmsfällen gehöre, und sich nur bei Krystallen mit hemiedrischen (hemimorphen) Flächen finde. Er bedient sich dabei eines verbesserten Goldblattelectrometers (Pogg. Ann. 84, 28), woran eine Scala mit Fernrohr angebracht ist. Die Krystalle in Platinsand oder Eisenfeile gelegt werden mit einer Weingeistlampe erwärmt, und dann äußerst vorsichtig mittelst eines Platindrahtes untersucht. Um ein allgemeines Bild davon zu geben,



copire ich einen Gypskrystall, woran der breite Blätterbruch auf beiden Seiten P und P′ negative Elektricität zeigt, die Säulen f und die Augitpaare l dagegen positive. Die Zahlen beziehen sich auf die Scala, und deuten die Intensität bis auf die erste Decimalstelle an. Beim Bergkrystalle (Abhdl. Math. Phys. Cl VIII. 321) sind nicht blos die Dihexaeder- sondern auch die Säulenflächen positiv und negativ zugleich, und zwar vertheilen sich beide dergestalt, als hätten ein positives Individuum das negative, und umgekehrt, irregulär durchdrungen. Man wird dabei an die damascirten Dauphineer Zwillinge erinnert. Hankel hat in den Abh. der sächsischen Gesellschaft eine Menge Krystalle, wie Aragonit, Kalkspath, Beryll, Vesuvian, Ichthyophthalm, Gyps, Feldspath, Albit, Periklin ꝛc. genau untersucht.

Galvanismus entwickelt sich bei Berührung zweier Metalle, die außerdem noch mit einem Kupferdraht geschlossen sind, ebenfalls durch Erwärmen. Wismuth und Antimon bilden Extreme: an der Berührungsstelle geht die Strömung vom Wismuth zum Antimon, welches daher positiv genannt wird. Aehnliche Strömungen finden wir beim Erwärmen von Erzen. Unter den Pyritoedern des Schwefelkieses und Glanzkobaltes finden sich positive und negative: man darf die Krystalle nur zwischen die Enden der beiden Kupferdrähte eines empfindlichen Galvanometer bringen, und das Ende eines Drahtes mit der Weingeistlampe ein wenig erwärmen, so gibt die Magnetnadel sofort einen positiven oder negativen

Ausschlag. G. Rose (Monatsb. Berl. Akad. 1870 pag. 327) glaubte darnach Pyritoeder „erster und zweiter Stellung" unterscheiden zu können, doch haben Versuche von Schrauf (Sitzb. Wien. Akad. 1870, 12te März) gezeigt, daß auch holoedrische Minerale wie Bleiglanz, solche verschiedenen elektrischen Strömungen zeigen.

Phosphorescenz.

Hat ihren Namen von einem Leuchten, was an das des Phosphors erinnert, aber auf keine bekannte Lichtquelle zurückgeführt werden kann. Placidus Heinrich (die Phosphorescenz der Körper, Nürnberg 1811) hat sich um die Kenntniß verdient gemacht. Die Versuche gehörig anzustellen, ist ein finsteres Zimmer nothwendig, in welchem man sich $\frac{1}{2}$—1 Stunde und noch länger aufhalten muß, um die Netzhaut für solche Eindrücke empfänglich zu machen. Albertus Magnus wußte schon um das Leuchten des Diamants. Aufsehen erregte jedoch erst die Entdeckung eines Schusters von Bologna 1604, welcher die dortigen Schwerspathknollen (Bologneser-Spath) durch Glühen mit Tragantschleim leuchtend machte. Mechanikus Geißler in Bonn füllte solche gepulverten Dinge in verschlossene Glasröhren, welche nur des Sonnenblicks bedürfen, um einen ganz zauberhaften Effect im Finstern hervorzubringen.

1) Durch mechanische Gewalt. Wenn man zwei Bergkrystalle an einander reibt, oder Glimmerblätter heftig zerreißt, so zeigen sich Funken. Zerklopft man Abends Zucker, so kann man die Erscheinung kaum übersehen, ebenso beim Dolomit und Marmor. Die gelbe Blende von Kapnik mit dem Messer geschabt leuchtet außerordentlich schön, und die Sache ist um so merkwürdiger, als andere ganz ähnliche Blenden von Ungarn das Phänomen nicht zeigen, es müssen hier also ganz besondere Verhältnisse mitwirken.

2) Durch Insolation. Man darf gewisse Diamanten nur kurz dem Sonnenlicht aussetzen, so leuchten sie im Finstern. Besonders auch der grüne Flußspath, Kalkspath, Aragonit, Schwerspath. Silikate leuchten dagegen nicht. Brennen erhöht die Eigenschaft noch, wie namentlich die Austerschalen beweisen. Auch durch starke elektrische Funken kann das Leuchten, an den Stellen, wo der Funken durchging, erzeugt werden.

3) Durch Erwärmen. Flußspath (grüner), Chilenischer Lasurstein, gewisse farbige Apatite (Phosphorit von Spanien) sind hier von hohem Interesse. Die eisenoxyd-rothen Apatittafeln von Schlackenwald entwickeln schon am Tage vor dem Löthrohr eine prachtvolle grüne Farbe, die bei zu starker Feuerung über den Splitter hinzieht und verlöscht. Die Erscheinung hat mit dem sogenannten Aufglühen des Gadolinites Aehnlichkeit. Am grünen Flußspath kann man eigenthümliches Leuchten in gleicher Weise wahrnehmen, auch er verliert mit der Farbe die phosphorescirende Eigenschaft. Auffallenderweise soll er aber durch elektrische Schläge theilweis seine Farbe und damit seine phosphorescirende Kraft wieder bekommen (Pogg. Ann. 22. 583). Wenn man übrigens die Körper nur schwach,

z. B. in Oel erhitzt, so geht die phosphorescirende Eigenschaft nicht verloren. Bei sehr hoher Temperatur fangen Kalkspathe und andere Minerale stark zu leuchten an, doch dürfte das wieder eine etwas andere Erscheinung sein. So eigenthümlich und interessant auch dieses Leuchten im Dunkeln sein mag, so gehört doch eine große Geduld und Aufmerksamkeit dazu, namentlich wenn die Eigenschaft sich nur schwach zeigt, auch mögen nicht alle Augen dazu gleich organisirt sein. Die Physiker vergleichen die Fluorescenz der Resonnanz, und die Phosphorescenz dem Mittönen einzelner Atome.

Wärme.

1. Wärmestrahlung. Die Wärmestrahlen werden wie die Lichtstrahlen von krystallisirten Mitteln reflectirt, gebrochen und polarisirt. Beim Brechen durch ein Prisma erleiden auch die Wärmestrahlen eine Zerstreuung: der Punkt größter Wärme liegt bei verschiedenen Mitteln verschieden, häufig noch außerhalb des Spectrums jenseits dem violetten Licht, so z. B. beim Steinsalzprisma, ein Beweis, daß Wärmestrahlen im Sonnenlicht stärker gebrochen werden, als Farben. Polarisation hat Melloni mit 2 Glimmerblättchen nachgewiesen: er ließ mittelst einer Steinsalzlinse darauf Wärmestrahlen fallen, es gingen dann immer bei gekreuzten Polarisationsebenen der Blättchen weniger Wärmestrahlen durch, als bei parallelen. Höchst eigenthümlich ist die Verschiedenheit in Rücksicht auf das Durchlassen der Wärmestrahlen: Steinsalz läßt die Wärmestrahlen bei weitem besser durch, als der klarste Bergkrystall, es ist für die Wärmestrahlen fast vollkommen durchsichtig (**diatherman**); Alaun und Eis lassen dagegen nur äußerst wenige durch, sie sind für Wärmestrahlen undurchsichtig (**atherman**). Auch Analogie mit der Färbung, also Wärmefärbung (Thermanismus), läßt sich nicht verkennen. Das Steinsalz hat keine Wärmefärbung, denn es läßt alle Strahlen mit gleicher Intensität durch, der Alaun dagegen läßt zwar die durch eine Glasplatte gegangenen Wärmestrahlen nicht durch, die durch eine Platte von Citronensäure gefallenen aber vollkommen. Wie also grüne Farben von grünen Gläsern durchgelassen, von rothen absorbirt werden, ähnlich hier mit der Wärme.

2. Wärmeleitung. Die durch Berührung mitgetheilte Wärme wird von verschiedenen Körpern verschieden geleitet. Es hängt mit der Dichtigkeit zusammen: je schwerer, desto leitender. Metalle sind sehr gute Wärmeleiter, sie fühlen sich kalt an: Gold kälter als Eisen, dieses kälter als Blei. Noch schlechter leiten die Steine, aber unter diesen sind die Edelsteine kälter als Quarz. Deßhalb hauchen die Juweliere geschliffene Gemmen an, die edlern davon nehmen den Hauch (Wasserniederschlag) nicht nur schwerer an (weil sie schneller warm werden), sondern verlieren ihn auch schneller. Gyps fühlt sich entschieden weniger kalt an als Marmor, noch weniger kalt Harze und Kohle, was uns auf den ersten Griff z. B. Bernstein von ähnlich aussehenden Chalcedonen unterscheiden läßt.

Die Wärmeleitungsfähigkeit ist sogar auch nach den ver-

schiedenen Krystallaxen verschieden. Senarmont (Pogg. Ann. 73. 191; 74. 190 und 75. 50) überzog einfach eine homogene Glasplatte mit einer dünnen Wachsschicht, durchbohrte sie mit einem Loch, in welches ein schwach konisches Silberrohr eingetrieben wurde. Wurde nun dieses Silberrohr erwärmt, so gab das Schmelzen des Wachses graphisch den Gang der Wärme an, beim Glase war es ein Kreis. Nimmt man eine Gypsplatte, welche als schlechter Wärmeleiter besonders scharfe Schmelzkurven gibt, so bekommt man Ellipsen, deren längste Axe etwa 50° mit dem fasrigen Bruch macht, Große Axe: Kleinen Axe = 125 : 100. Der Versuch gelingt ganz roh angestellt: man nehme eine dünne Gypsplatte mit freigelegtem muscheligen und fasrigen Bruch, überziehe sie mit Wachs, mache einen zugespitzten Meißel glühend, und halte die glühende Spitze an die unbedeckte Seite der Gypsplatte, so bekommt man eine zierliche Schmelzellipse, deren lange Axe nicht genau dem muscheligen Bruche parallel geht. Senarmont fand, daß Kalkspath auf der Geradendfläche c : ∞a : ∞a : ∞a nur Wachskreise gebe, auf dem Blätterbruch dagegen Ellipsen die lange Axe parallel der kurzen Diagonale des Rhombus gestellt. Der Quarz hat auf der Säulenfläche Ellipsen von 10 : 13 in den Axen, die lange Ellipsenaxe steht parallel der Hauptaxe des Quarzes. An regulären Krystallen, wie z. B. beim Flußspath, konnten keine Unterschiede in der Wachskurve bemerkt werden. Hr. Pfaff in Erlangen (Sitzungsber. Münch. Akad. 1860. 655) hat die Sache direct durch Erwärmen von Wasser gemessen, und beim Bergkrystall längs der Axe c ein Leitungsvermögen gefunden, was „nur von wenigen Metallen übertroffen wird". Man spürt das schon, wenn man Bergkrystallsäulen blos ins Feuer hält.

3) Wärmecapacität (specifische Wärme). Um einen gewissen Temperaturgrad zu erlangen, bedürfen die einen Körper weniger zuströmende Wärme als die andern: 1 ℔ Wasser von 36° gemischt mit 1 ℔ Wasser von 0° geben 2 ℔ Wasser von 18°; aber 1 ℔ Eisen von 36° mit 1 ℔ Wasser von 0°, 2 ℔ von 4°, das Wasser entzieht dem Eisen 32°, um sich auf 4° zu erhöhen, also 8mal mehr, daher hat Eisen nur $\frac{1}{8}$ der specifischen Wärme des Wassers. Gyps 0,272, Topas 0,203, Feldspath 0,191, Quarz 0,188, Eisenglanz 0,169, Schwefelkies 0,128, Zinnstein 0,093, Grauspießglanz 0,087. Humusfreie Böden zeigen die niedrigste 0,2, humusreiche auf den Gipfeln der Alpen die höchste 0,4. Geringere Wärmecapacität bedingt größere Wärmeextreme in kalten Nächten. Neumann, Pogg. Ann. 23. 1; Regnault, Pogg. Ann. 51. 44 u. 213; 53. 60 u. 243. Nach Dulong umgekehrt proportional den Atomgewichten.

4. Latente Wärme. Wenn ein fester Körper in einen andern Aggregatszustand übergeht, so bindet er Wärme, welche für das Gefühl förmlich verschwindet; und umgekehrt wird Wärme frei. Wenn Eis thaut, braucht es Wärme, wenn aber Wasser friert, gibt es Wärme. Beim Krystallisiren der Körper wird daher immer Wärme frei, und wenn man 1 ℔ Schnee mit 1 ℔ Wasser von 75° C. mischt, so bekommt man 2 ℔ Wasser von 0°, alle Wärme des heißen Wassers ist also für das Ther-

mometer spurlos verschwunden. Die neueren Physiker sagen, Wärme ist Arbeit, die verbraucht oder erübrigt wird.

5. Wärme dehnt die Körper aus und schmilzt sie endlich. Auf der gleichmäßigen Ausdehnung des Quecksilbers beruht bekanntlich das Thermometer, das von — 35° bis + 350° einen richtigen Gang hat, weiter kann man nicht gehen, weil bei — 40° C das Quecksilber erstarrt, und bei 400° siedet. Die Ausdehnung beträgt beim Quecksilber zwischen 0° — 100° $\frac{1}{55}$, Zink $\frac{1}{340}$, Blei $\frac{1}{350}$, Silber $\frac{1}{524}$, Kupfer $\frac{1}{645}$, Gold $\frac{1}{682}$, Platin $\frac{1}{1167}$. Trotz dieser geringen Dimensionsveränderungen hat Mitscherlich dennoch mit Hilfe der Winkel an Krystallen nachgewiesen, daß die Ausdehnung nach verschiedenen Axen verschieden ist. Beim Kalkspath (Pogg. Ann. 10. 137) fand sich bei 100° C. eine Volumensvergrößerung von 0,00196. Ein Krystall wurde in einem Quecksilberbade mit einem Reflexionsgoniometer in Verbindung gebracht, so daß er gemessen werden konnte, und hier fand sich bei 100° eine Verminderung des Endkantenwinkels um 8½ Minute, er mußte sich also in Richtung der Hauptaxe c schneller ausdehnen, als in den Nebenaxen a. Die Rechnung würde eine Ausdehnung von 0,0034 nach der Hauptaxe geben. Da dieß mit der Volumensvergrößerung nicht stimmt, so zeigten direkte Messungen, daß die Krystalle, während sie sich nach c ausdehnen, nach a sogar zusammenziehen. Hr. Pfaff, (Pogg. Ann. 107. 150), der ein besonderes Instrument zur Messung construirte (Pogg. Ann. 104. 171), fand die Ausdehnungscoefficienten in c + 0,002626, in a — 0,000310, folglich die cubische Ausdehnung 0,002626 — 2 • 0,000310 = 0,002. Denn bekanntlich ist bei regulären und unkrystallinischen Körpern der cubische Ausdehnungscoefficient dreimal so groß, als der lineare (Pouillet's Lehrb. Phys. 1842. I. 213). Bei den andern krystallinischen Körpern dürfen wir uns blos Würfel parallel den Axenebenen schneiden, um sogleich einzusehen, daß man auch hier nur die drei Ausdehnungscoefficienten addiren dürfe. Genau kann die Sache zwar nicht sein, denn es müssen an den Würfelflächen flache Curven entstehen. Jedenfalls dehnen sich ungleichaxige Krystalle nach diesen Richtungen auch ungleich aus, doch sollen sie nie in ein anderes System übergehen (Sitzb. Wien. Akad. 1859 Bd. 30 pag. 369). Beim Gyps wird der Winkel des Augitpaares l/l um 8½', und die Säule f/f um 11 Minuten stumpfer. Am Schwalbenschwanz-Zwilling (Pogg. Ann. 41. 213) konnte Mitscherlich senkrecht gegen Axe c geschliffen die Veränderung sogar von 10° zu 10° mit bloßem Auge verfolgen, indem die geschliffenen Geradendflächen je 1½ Minuten aus ihrem horizontalen Niveau wichen, was nur Folge einer ungleichen Ausdehnung sein kann. Die Ausdehnungscoefficienten (nach a 0,001559, b 0,003628, c 0,002275, cubische 0,0075) sind hier so groß, daß sie sogar die der meisten Metalle übertreffen, Kopp (Pogg. Ann. 1852. 86. 156).

Schmelzbarkeit.

Durch Wärme kann wahrscheinlich jeder Körper aus dem festen in den flüssigen selbst gasförmigen Zustand überführt werden. Viele Substanzen bleiben bis zu einem gewissen Temperaturgrade fest, und gehen dann plötzlich in den tropfbarflüssigen Zustand über. Andere aber, wie Glas, Eisen 2c., zeigen noch einen Mittelzustand, in welchem sie sich knetbar wie Wachs zeigen, also leicht gemischt (geschweißt) werden können. Zersetzen sich die Körper beim Schmelzen, wie der Kalkspath, so kann auch hier die Schmelzung in verschlossenem Gefäße bewerkstelligt werden. In Beziehung auf die Höhe der Temperatur findet jedoch große Verschiedenheit Statt: um zu schmelzen braucht Kohlensäure — 100° C., Quecksilber — 39°, Eis 0°, Phosphor + 43°, Schwefel 109°, Zinn 230°, Wismuth 256°, Blei 334°, Zink 360°, Antimon 432°, Silber 1000°, graues Gußeisen 1200°, Gold 1250°, weiches Eisen 1500°, gehämmertes Eisen 1600°, Platin 2500° C. Gediegen Eisen und Platin nennt der Mineraloge schon unschmelzbar, weil er es in gewöhnlicher Luft kaum zum Schmelzen bringen kann, obgleich das Platin mit Leuchtgas und Sauerstoff im großen verhüttet werden kann, und im Knallgebläse von Sauerstoff und Wasserstoff sogar verdampft, selbst Thon- und Kieselerde noch schmilzt. Der Schmelzraum im Bunsen'schen Gasbrenner 2300° C.

Zum Schmelzen der Minerale bedient man sich des **Löthrohrs**, was durch Berzelius (die Anwendung des Löthrohrs in der Chemie und Mineralogie, 4te Aufl. 1844) und Plattner (die Probierkunst mit dem Löthrohre, 3te Aufl. 1853) so bekannt geworden ist. Obwohl schon Barthelinus 1670 mittelst Glasrohr und Lampenflamme Stückchen Doppelspath in „lebendigen Kalk" verwandelte, so wurde es doch erst ein Jahrhundert später durch Cronstedt (Försök til Mineralogie 1758) in die Wissenschaft eingeführt. Harkort, (die Probierkunst mit dem Löthrohre 1827) lehrte die quantitative Silberprobe, was Plattner auf Gold, Kupfer, Blei, Wismuth, Zinn, Nickel, Kobalt ausdehnte. Letzterer brachte damit eine Oxydationsflamme hervor, die ein Platindraht von 0,1 Millimeter Dicke am vordern Ende zum Kügelchen schmolz. Nach Pisani soll 6 Vol. Alkohol in 1 Vol. Terpentinöl und wenigen Tropfen Aether das beste Lampenmaterial geben. Zu kleinen Versuchen, die auch Handlanger leicht anstellen können, ist es nicht unpraktisch, einen gewöhnlichen Glasblasetisch mittelst Anschrauben einer passenden feinen Spitze zur Erzeugung der Flamme zu benützen. Die Flamme ist an der vordern Spitze, wo Reductions- und Oxydationsflamme sich trennen, am heißesten. Man erkennt diesen Punkt an dem stärksten Erleuchten der Löthrohrprobe. Wenn man z. B. ein feines Platindraht hinein hält, so ist nur eine kleine Stelle, wo es weiß glüht. Die Probe legt man auf die lange Seite von Linden- oder Fichtenkohle, wo Jahresringe hervorstehen, oder faßt sie mit der Platinpincette. Pulverisirte Lindenkohle und Zucker zu gleichen Theilen mit Tragantschleim zu einem Räu-

cherkerzenteig getrocknet wird auch empfohlen. Plattner unterscheidet dreierlei Schmelzbarkeiten:

1) zu Kugeln schmelzbar, und zwar a) leicht, b) schwer;
2) an den Kanten schmelzbar, und zwar a) leicht, b) schwer;
3) unschmelzbar.

Freilich kommt es bei diesen Unterscheidungen wesentlich auch auf die Größe der Probe an. Kobell (Grundzüge der Mineralogie pag. 104) nimmt 6 Grade an:

1) Grauspießglanz, schmilzt sehr leicht in der bloßen Lichtflamme.

2) Natrolith vom Hohentwiel schmilzt in feinen Nadeln noch an dem untern hellblauen Saume der Lichtflamme. Vor der Löthrohrflamme kann man ihn dagegen in großen stumpfen Stücken noch zu Kugeln schmelzen.

3) Rother Granat aus dem Zillerthal schmilzt selbst in feinen Stücken nicht mehr an der Lichtflamme, aber kugelt sich noch vor dem Löthrohr auf Kohle.

4) Strahlstein vom Zillerthal ist nicht mehr zur Kugelung zu bringen, doch schmilzt an dünne Splitter ein rundes Köpfchen.

5) Feldspath kann noch an den Kanten kleiner Stücke deutlich zur Schmelzung gebracht werden.

6) Bronzit von Kupferberg im Fichtelgebirge läßt sich zu haarfeinen Splittern spalten, die noch eine Schmelzung zulassen. Wäre dieß nicht der Fall, so würde man ihn schon zu folgendem zählen.

7) Quarz unschmelzbar.

Chemische Kennzeichen.

Sie sind für das Erkennen der Minerale am wichtigsten, ohne sie könnte vieles nicht getrennt werden, was getrennt worden ist. Der Mineraloge kann daher nicht umhin, sich der chemischen Hilfsmittel zu bedienen, nur muß er dabei eingedenk sein, daß das Erkennen der Stoffe als solche ihm nicht Selbstzweck, sondern nur Beimittel zur Bestimmung sein soll. Dann wird er von selbst die gebührende Grenze sich stecken.

S t ö c h i o m e t r i e (*στοιχεῖον* Element, *μετρεῖν* messen). Das wichtigste chemische Gesetz ist, daß die Stoffe sich mit einander nach bestimmten Zahlenwerthen, die man Atomgewicht (Mischungsgewicht) nennt, verbinden (Ad. Strecker, Theorieen und Experimente zur Bestimmung der Atomgewichte. 1859). Dieselben sind durch Versuche in folgender Weise ermittelt:

1)	A̶l	Aluminium	27,4	Ä̶l
2)	S̶b	Antimonium	122	S̶̈b, S̈b, S̶⃛b
3)	A̶s	Arsen	75	Ä̶s, Äs, A̶⃛s
4)	Ba	Baryum	68,5	Ḃa
5)	B̶e	Beryllium	14	B̶̈e
6)	Pb	Blei	103,5	Ṗb, P̶̈b, Ṗb
7)	B	Bor	11	B̈
8)	B̶r	Brom	80	B̶rH̶
9)	Cd	Cadmium	56	Ċd
10)	C̶s	Caesium	133	Ċ̶sH̶
11)	Ca	Calcium	20	Ċa
12)	Ce	Cerium	46	Ċe, C̶̈e Oxyd
13)	C̶l	Chlor	35,5	C̶lH̶, Ċ̶l
14)	Cr	Chrom	26	Ċr, C̶̈r, C̈r
15)	Di	Didym	48	Ḋi
16)	Fe	Eisen	28	Ḟe, F̶̈e, Ḟe, F̶⃛e, F̈e
17)	Er	Erbium	56	Ėr
18)	F̶l	Fluor	19	F̶l H̶
19)	A̶u	Gold	197	A̶⃛u, A̶u C̶l³,
20)	Jn	Indium	36	J̇n, J̶̇n
21)	J̶	Jod	127	J̶ H̶, J̶⃛
22)	Ir	Iridium	99	İr, I̶⃛r
23)	K	Kalium	39	K̇, KC̶l, K̇

24)	Co	Kobalt	30	$\dot{\mathrm{Co}}$, $\dddot{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{o}}$, $\overset{\prime}{\mathrm{Co}}$, $\overset{\prime\prime\prime}{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{o}}$, $\overset{\prime\prime}{\mathrm{Co}}$
25)	C	Kohlenstoff	6	$\dot{\mathrm{C}}$, $\dddot{\bar{\mathrm{C}}}$, $\ddot{\mathrm{C}}$
26)	Cu	Kupfer	31,7	$\dot{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{u}}$, $\dot{\mathrm{Cu}}$, $\overset{\prime}{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{u}}$
27)	La	Lanthan	46,4	$\dot{\mathrm{La}}$
28)	Li	Lithium	7	$\dot{\mathrm{Li}}$, $\mathrm{Li}\bar{\mathrm{C}}\mathrm{l}$
29)	Mg	Magnesium	12	$\dot{\mathrm{Mg}}$
30)	Mn	Mangan	27,5	$\dot{\mathrm{Mn}}$, $\dddot{\bar{\mathrm{M}}\mathrm{n}}$, $\dddot{\mathrm{Mn}}$, $\ddddot{\mathrm{Mn}}$
31)	Mo	Molybdän	46	$\overset{\prime\prime}{\mathrm{Mo}}$, $\dddot{\mathrm{Mo}}$
32)	Na	Natrium	23	$\dot{\mathrm{Na}}$, $\mathrm{Na}\bar{\mathrm{C}}\mathrm{l}$, $\overset{\prime}{\mathrm{Na}}$
33)	Ni	Nickel	29	$\dot{\mathrm{Ni}}$, $\dddot{\bar{\mathrm{N}}\mathrm{i}}$, $\overset{\prime}{\mathrm{Ni}}$, $\overset{\prime\prime\prime}{\bar{\mathrm{N}}\mathrm{i}}$, $\overset{\prime\prime}{\mathrm{Ni}}$
34)	Nb	Niobium	95	$\ddot{\mathrm{Nb}}$, $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{\mathrm{N}}\mathrm{b}}$
35)	Os	Osmium	100	$\dot{\mathrm{Os}}$, $\dddot{\bar{\mathrm{O}}\mathrm{s}}$, $\ddot{\mathrm{Os}}$
36)	Pd	Palladium	53	$\dot{\mathrm{Pd}}$, $\ddot{\mathrm{Pd}}$
37)	P	Phosphor	31	$\dot{\bar{\mathrm{P}}}$, $\dddot{\bar{\mathrm{P}}}$, $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{\mathrm{P}}}$
38)	Pt	Platin	99	$\dot{\mathrm{Pt}}$, $\ddot{\mathrm{Pt}}$, $\mathrm{Pt}\bar{\mathrm{C}}\mathrm{l}^2$
39)	Hg	Quecksilber	100	$\overset{\prime}{\mathrm{Hg}}$
40)	Rh	Rhodium	52	$\dddot{\bar{\mathrm{R}}\mathrm{h}}$
41)	Rb	Rubidium	85,4	$\dot{\bar{\mathrm{R}}\mathrm{b}}\,\dot{\bar{\mathrm{H}}}$
42)	Ru	Ruthenium	52	$\dot{\mathrm{Ru}}$, $\dddot{\bar{\mathrm{R}}\mathrm{u}}$, $\ddot{\mathrm{Ru}}$, $\dddot{\mathrm{Ru}}$, $\ddddot{\mathrm{Ru}}$
43)	O	Sauerstoff	8	
44)	S	Schwefel	16	$\ddot{\bar{\mathrm{S}}}$, $\ddot{\mathrm{S}}$, $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{\mathrm{S}}}$, $\dddot{\mathrm{S}}$
45)	Se	Selen	39	$\ddot{\mathrm{Se}}$, $\dddot{\mathrm{Se}}$
46)	Ag	Silber	108	$\dot{\mathrm{Ag}}$, $\overset{\prime}{\mathrm{Ag}}$
47)	Si	Silicium	21	$\dddot{\mathrm{Si}}$
48)	N	Stickstoff	14	$\dot{\bar{\mathrm{N}}}$, $\dddot{\bar{\mathrm{N}}}$, $\dddot{\mathrm{N}}$, $\ddddot{\mathrm{N}}$, $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{\mathrm{N}}}$
49)	Sr	Strontium	44	$\dot{\mathrm{Sr}}$
50)	Ta	Tantal	68,8	$\ddot{\mathrm{Ta}}$ Säure
51)	Te	Tellur	64	$\dddot{\mathrm{Te}}$
52)	Tl	Thallium	204	$\dot{\bar{\mathrm{T}}\mathrm{l}}$, $\dddot{\bar{\mathrm{T}}\mathrm{l}}$
53)	Th	Thorium	58	$\dot{\mathrm{Th}}$
54)	Ti	Titan	25	$\ddot{\mathrm{Ti}}$ Säure
55)	U	Uran	60	$\dot{\mathrm{U}}$, $\dddot{\bar{\mathrm{U}}}$ Oxyd
56)	V	Vanadium	68,5	$\dot{\mathrm{V}}$, $\ddot{\mathrm{V}}$, $\dddot{\mathrm{V}}$
57)	H	Wasserstoff	1	$\dot{\bar{\mathrm{H}}}$
58)	Bi	Wismuth	208	$\dddot{\bar{\mathrm{B}}\mathrm{i}}$, $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{\mathrm{B}}\mathrm{i}}$
59)	W	Wolfram	92	$\dddot{\mathrm{W}}$
60)	Y	Yttrium	32	$\dot{\mathrm{Y}}$
61)	Zn	Zink	32,5	$\dot{\mathrm{Zn}}$, $\overset{\prime}{\mathrm{Zn}}$
62)	Sn	Zinn	59	$\ddot{\mathrm{Sn}}$, $\overset{\prime\prime}{\mathrm{Sn}}$
63)	Zr	Zirkonium	45	$\dddot{\mathrm{Zr}}$.

Pelopium ist nur eine Oxydationsstufe des Niobium; Therbium in der Yttererde des Gadolinit und Dianium in den Tantaliten scheinen nicht sicher. Die Spectralanalyse führt noch immer auf seltene Stoffe, erst neuerlich in der Blende der Pyrenäen auf Gallium, und eigenthümliche Absorbtionslinien in den Zirkonen scheinen auf ein Jargonium zu deuten, so daß die Zahl der Elemente wohl noch lange nicht abgeschlossen ist. Der Sauerstoff unserer Formeln wird durch Punkte, der Schwefel durch Striche bezeichnet, und der Strich durch den Buchstaben bedeutet ein Doppelatom.

Chemische Formeln.

Feldspath enthält nach Berthier 64,2 Kieselerde, 18,4 Thonerde, 16,95 Kali.

Die Atomzahlen sind von:

$\dddot{Si} = 21 + 3 \cdot 8 = 45$; $\dddot{Al} = 28 + 3 \cdot 8 = 52$; $\dot{K} = 39 + 8 = 47$.

Da sich die Stoffe nur proportional ihrer Atomzahl verbinden können, so muß der Feldspath enthalten:

$$\frac{64,2}{45} = 1,4\ \dddot{Si};\quad \frac{18,4}{52} = 0,36\ \dddot{Al};\quad \frac{16,95}{47} = 0,36\ \dot{K}.$$

Setzen wir $0,36 = 1$, so ist $1,4 = 4 \cdot 0,36$, folglich kommt:

$$1\ \dot{K} + 1\ \dddot{Al} + 4\ \dddot{Si} = \dot{K}\dddot{Al}\dddot{Si}^4 = \dot{K}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}^3.$$

Man liebt es nämlich, nicht die Atome blos neben einander zu setzen, sondern sie auch als muthmaßliche Salze zu gruppiren. Will man die Kieselerde statt $\dddot{Si}$ mit $\ddot{Si}$ bezeichnen, so erhalten wir 6 $\ddot{Si}$ statt 4 $\dddot{Si}$, weil 12 Atome Sauerstoff vorhanden sein müssen. Aber dann bedeutet das Atomsymbol Si nicht 21 sondern 14.

Kupferkies enthält nach H. Rose 35,87 Schwefel, 34,4 Kupfer, 30,47 Eisen; folglich

$$\frac{35,87}{16} = 2,24\ S + \frac{34,4}{31,7} = 1,08\ Cu + \frac{30,47}{28} = 1,08\ Fe,$$

oder $1\ Fe + 1\ Cu + 2\ S = \acute{Fe} + \acute{Cu} = 2\ Fe + 2\ Cu + 4\ S = \not{C}u\overset{\prime\prime\prime}{Fe}$.

Da die Symbole bloße Zahlen bedeuten, so kann man aus ihnen leicht auf die procentische Zusammensetzung zurück schließen. Denn wenn der Kupferkies $= Fe Cu S^2 = 28 + 32 + 32 = 92$ ist, so enthalten

92 Theile Kupferkies 28 Fe, folglich 100 Theile 30,4 Fe ꝛc.

Zu allen diesen einfachen Rechnungen sind die ganzen Zahlen $H = 1$ gesetzt bequemer als die Decimalbrüche $O = 100$, und dabei, wenigstens zur schnellen Controle, vollkommen ausreichend. Denn es liegt in der Natur der Sache, daß selbst die genauesten Wägungen nur Näherungswerthe bieten.

Zur Ermittelung der Formel benützt man auch den Sauerstoff, und wenn man sich ein für allemal die Sauerstoffprocente der wichtigsten Basen und Säuren ausrechnet, so ist die Ausführung nur wenig unbequemer. Im obigen Feldspath $\dot{K}a\dddot{Al}\dddot{Si}^4$ hat

$\dddot{Si}$ 51,33, $\dddot{Al}$ 46,2, $\dot{K}$ 16,98 p. C. Sauerstoff,
das gibt die Proportionen:

$$100 : 51{,}33 = 64{,}2 : x = 34{,}22 = 12;$$
$$100 : 46{,}7 = 18{,}4 : y = 8{,}50 = 3;$$
$$100 : 16{,}9 = 16{,}9 : z = 2{,}85 = 1;$$

Wenn also $\dot{K}$ 1 Sauerstoff hat, so kommen auf Thonerde 3, gibt 1 Atom $\dddot{Al}$, und Kieselerde 12 oder 4 Atome $\dddot{Si}$.

Sind in dem Minerale vicarirende Bestandtheile, so darf man dieselben bei der Rechnung nur alle zusammen addiren. Enthält z. B. ein Bitterspath

45,4 Kohlensäure, 34,8 Kalkerde, 12,4 Magnesia, 7,4 Eisenoxydul,
so beträgt seine atomistische Zusammensetzung:

$$\frac{45{,}4}{22} = 2{,}06\,\ddot{C};\ \frac{34{,}8}{28} = 1{,}24\,\dot{C}a;\ \frac{12{,}4}{20} = 0{,}62\,\dot{M}g;\ \frac{7{,}4}{36} = 0{,}2\,\dot{F}e.$$

Es kommen also auf 2,06 Säure 1,24 + 0,62 + 0,2 = 2,06 Basis, das Salz besteht daher aus $\dot{R}\ddot{C}$, worin $\dot{R}$ bedeutet $\dot{C}a$, $\dot{M}g$, $\dot{F}e$. Wollte statt des $\dot{F}e$ mehr $\dot{M}g$ auftreten, so müßten es $\frac{20}{36} \cdot 7{,}4 = 4$ p. C. $\dot{M}g$ sein, weil $\frac{4}{20} = 0{,}2$ ist, oder in $\dot{C}a$ 5,6 p. C. Je kleiner die Atomzahl, desto weniger vicarirender Masse bedarf es. Es ist leicht einzusehen, daß die Rechnung auch mit dem Sauerstoff ausgeführt werden kann, wir dürfen ihn blos von sämmtlichen $\dot{R}$ addiren.

Die Deutung der Symbole ist einfach: $\dot{K}^3\dddot{Si}^2 = 3\,\dot{K} + 2\,\dddot{Si}$; $3\,\dddot{Al}\dddot{Si}^2 = 3\,\dddot{Al} + 6\,\dddot{Si}$, folglich Leucit $\dot{K}^3\dddot{Al}^3\dddot{Si}^8 = \dot{K}^3\dddot{Si}^2 + 3\,\dddot{Al}\dddot{Si}^2$ mit 3 + 9 + 24 = 36 Atome Sauerstoff.

Bournonit besteht aus $\dot{P}b^2\dot{C}u\dddot{S}b$, man construirt daraus die weitläufigere Salzformel $\dot{P}b^4\dddot{S}b + \dot{C}u^2\dddot{S}b = Pb^4Cu^2Sb^2S^{12}$, indem man sämmtliche Symbole mit 2 multiplicirt.

Die vicarirenden Symbole stellt man wohl übereinander, das gibt aber ein großes Gesperr, daher ist es zweckmäßig, sie durch ein Komma getrennt neben einander zu setzen. Der Braunspath z. B. hat neben der $\dot{C}a\ddot{C}$ einen wesentlichen Gehalt an Bittererde, Eisen- und Manganoxydul, die sich in den mannigfaltigsten Verhältnissen vertreten, man schreibt ihn daher $(\dot{C}a, \dot{M}g, \dot{F}e, \dot{M}n)\,\ddot{C}$. Oefter vertreten sich die einzelnen Stoffe unter bestimmten Verhältnissen, z. B. beim ächten Dolomit findet sich $\dot{C}a\ddot{C} + \dot{M}g\ddot{C}$, hier kann man die $\ddot{C}$, wie in der Mathematik mittelst Klammer herausziehen, also $(\dot{C}a + \dot{M}g)\,\ddot{C}$ schreiben. Die Klammern behandelt man ganz wie mathematische Zeichen. So schreibt G. Rose den Bournonit $(2\,\dot{P}b + \dot{C}u)^3\dddot{S}b$. Löst man die Klammer, so kommt $2\,\dot{P}b^3\dddot{S}b + \dot{C}u^3\dddot{S}b = \dot{P}b^6\dot{C}u^3\dddot{S}b^3 = \dot{P}b^2\dot{C}u\dddot{S}b$, wie oben. Wo Formeln einfache Verhältnisse so verstecken, scheint es zweckmäßiger, die bloßen Atomsymbole neben einander zu stellen.

Chemische Constitution.

Die Symbole müssen möglichst einfach sein. Außerdem nimmt man Isomorphie, specifische Wärme und specifisches Gewicht der Elemente im gasförmigen Zustande als leitende Wegweiser. Je weniger Sauerstoff desto basischer, je mehr desto saurer pflegt der Körper zu reagiren.

Nur wenige Minerale sind einfache Stoffe (Elemente), wie die Klasse der gediegenen Metalle, welche mit Gold, Silber, Platin ꝛc. beginnt, oder ausnahmsweise der Diamant. Freilich treten dieselben in der Natur nie chemisch rein auf. Häufiger trifft man dagegen schon

Verbindungen erster Ordnung (binäre), worin sich zwei Stoffe, ein elektropositiver und elektronegativer, chemisch durchdrungen haben. Es entstehen dadurch Basen und Säuren. Der elektronegative Bestandtheil ist in den meisten Fällen Sauerstoff oder Schwefel, daher hat Berzelius mit Recht für jenen Punkte (.), für diesen Striche (,) als Zeichen eingeführt, die man über die Symbole setzt. Unter den Sauerstoffverbindungen zeichnen sich aus: Äl, F̈e, M̈n, S̈b, Äs, S̈i, S̈n, T̈i, M̈n, seltener Ṗb, Ċu, Żn, Ṁg, weil diese zu starke Basen sind. Noch wichtiger und häufiger sind die selbstständigen Schwefelverbindungen

P̍b, Z̍n, H̍g, A̍s, M̍n, C̍d, N̍i, C̍u, C̍u, F̎e, M̎n, M̎o, S̎b, A̎s, B̎i.

Wie Schwefel, so verhalten sich merkwürdiger Weise auch Selen, Tellur, Arsenik und Antimon, die vollkommen die Stelle des Schwefels zu vertreten scheinen. Beispiele liefern:

PbSe, AgSe, CuSe; PbTe, AgTe; $FeAs^2$, NiAs, $NiAs^2$, $CoAs^2$; NiSb.

Wenn sich Metalle mit Metallen verbinden, wie Au mit Ag, Pt mit Fe, Ag mit Hg ꝛc., so pflegt dieß in den verschiedensten, nicht stöchiometrischen Verhältnissen zu geschehen, und man unterscheidet das als Legirungen.

Endlich erzeugen die sogenannten Salzbilder Cl, Fl, Br, I binäre Verbindungen, die in ihren Eigenschaften bereits den Salzen gleichen:

KaCl, NaCl, Hg^2Cl, PbCl, AgCl, CaFl; AgBr; AgI.

Verbindungen zweiter Ordnung (doppeltbinäre, einfache Salze). Zwei binäre Verbindungen, wovon die eine elektropositiv und die andere elektronegativ, vereinigen sich zu einem Salze, z. B. ĊaC̈. Dasselbe hat also immer dreierlei Stoffe: das basische Radical Ca, das saure Radical C und die beiden gemeinsame Substanz Sauerstoff. Beispiele sind ṀgÄl, ḞeF̈e, ḢM̈n ꝛc. Wegen der sie verbindenden Substanz heißen sie Sauerstoffsalze. Ganz ähnlich constituiren sich die Schwefelsalze A̍g²A̎s, P̍bS̎b, C̍uF̎e mit einer Sulphobase und Sulphosäure, worin der Schwefel das verbindende Glied macht. Im Kryolith 3 NaFl + $AlFl^3$ spielt sogar das Fluor den Vermittler. Nur ausnahmsweise ist das Radical gemeinsam, wie im Rothspießglanz S̈bS̎b, Matlockit PbClPbO.

Verbindungen dritter Ordnung (Doppelsalze). Ein nor=

males Doppelsalz ist der Feldspath $\dot{K}\ddot{S}i + \ddot{A}l\ddot{S}i^3$, worin das erste Salz $\dot{K}\ddot{S}i$ ohne Zweifel mehr basisch, das zweite $\ddot{A}l\ddot{S}i^3$ mehr sauer ist. Zu einfachen und Doppelsalzen gesellt sich nicht selten noch Wasser. Freilich kann es dann der Isomorphismus theilweis zweifelhaft machen, wie man die Sache ansehen soll.

Beachtung verdienen die Resultate, welche Dr. Bödecker (Die Beziehungen zwischen Dichte und Zusammensetzung. 1860) ausfindig machte, was eine einfache Vergleichung folgender Zahlen zeigt.

Es wiegen	1 Cub.Cent.	9 Cub.C.	Atomgewicht
Wasser	1 Gramm	9 Gramm	9
Platin	22	198	99
Blei	11,5	103,5	103
Zink	7,2	64,8	32
Strontium	2,5	22,5	44
Magnesium	1,75	15,75	12
Lithium	0,59	5,3	7
Kalium	0,865	7,78	39

Multiplicirt man also die specifischen Gewichte mit 9, so stimmt das Atomgewicht von Wasser und Blei vollständig, Platin und Zink darf man nur halbiren, Strontium verdoppeln, Kali mit 5, Magnesium mit $\frac{3}{4}$ und Lithium mit $\frac{4}{3}$ multipliciren. Ob die Ansicht für die Mineralogie praktische Folgen habe, wird die Zeit lehren.

Isomorphismus.

Ueber den Zusammenhang von Form und Inhalt wissen wir zwar wenig, doch scheint durch die Untersuchungen von Mitscherlich (Abhandl. Berl. Akad. Wissensch. 1819. pag. 427), woran übrigens auch G. Rose (Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch. 1868 pag. 621) wesentlichen Antheil hatte, wenigstens ein Anfang gemacht zu sein. Hauy behauptete noch, daß Substanzen verschiedener Natur nie dieselbe Form annähmen, das reguläre System ausgenommen. Später fand Bernhardi (Gehlen's Journ. Chem. Phys. 1808 VIII. 2), daß, wenn nur wenig Eisenvitriol zum Zinkvitriol gemischt werde, ein Salz entstehe von der Form des Eisenvitriols, wenn Kupfervitriol so die Form des Kupfervitriols. Man ward daher der Meinung, daß eine Substanz so bedeutende Krystallisationskraft besitzen könne, um selbst bei geringer Quantität dem Ganzen die Form vorzuschreiben. Auf diese Weise suchte man sogar die rhomboedrischen Formen des Spatheisens, Galmei's 2c. zu erklären, weil sie alle nicht ganz frei sind von $\dot{C}a\ddot{C}$. Mitscherlich leitete dagegen die Ansichten darüber auf ein ganz anderes Feld. Er zeigte, daß bei den Vitriolen der Wassergehalt der Grund sei, und daß überhaupt Verbindungen von gleicher chemischer Constitution geneigt seien, in gleicher Form aufzutreten. Lehrreich sind die Versuche von Hrn. Rammelsberg (Poggend. Annal. 91. 321), woraus zu folgen scheint, daß bei isomorphen Mischungen die Form des

unlöslichern Salzes sich zuerst geltend mache. Einige ausgezeichnete Beispiele im Mineralreiche sind folgende:

Korund $\dddot{\overline{Al}}$, Eisenglanz $\dddot{\overline{Fe}}$, Chromoxyd $\dddot{\overline{Cr}}$, Beryllerde $\dddot{\overline{Be}}$, sämmtliche im rhomboedrischen System von nahe gleichen Winkeln.

Antimon Sb, Arsenik As, Tellur Te, Wismuth Bi, zum Theil ausgezeichnet rhomboedrisch blättrig.

Kalkspath $\dot{Ca}\ddot{C}$, Bitterspath $\dot{Mg}\ddot{C}$, Spatheisen $\dot{Fe}\ddot{C}$, Manganspath $\dot{Mn}\ddot{C}$, Galmei $\dot{Zn}\ddot{C}$ von der rhomboedrischen Form des Kalkspaths.

Aragonit $\dot{Ca}\ddot{C}$, Weißbleierz $\dot{Pb}\ddot{C}$, Witherit $\dot{Ba}\ddot{C}$, Strontianit $\dot{Sr}\ddot{C}$ zweigliedrig mit häufiger Zwillingsbildung.

Schwerspath $\dot{Ba}\dddot{S}$, Cölestin $\dot{Sr}\dddot{S}$, Bleivitriol $\dot{Pb}\dddot{S}$ zweigliedrig ohne Zwillingsbildung. Vielleicht auch Anhydrit $\dot{Ca}\dddot{S}$.

Magneteisen $\dot{Fe}\dddot{\overline{Fe}}$, Chromeisen $\dot{Fe}\dddot{\overline{Cr}}$, Spinell $\dot{Mg}\dddot{\overline{Al}}$ rc. dem regulären System angehörig, mit Neigung zur Zwillingsbildung.

Wenn auch die Uebereinstimmung der Form keine absolute sein mag, und man statt Iso- mehr Plesiomorph sagen sollte, so liegen doch nicht blos die Winkel nahe, sondern auch das ganze Ansehen ist gewöhnlich ein so verwandtes, daß man über die Deutung nicht zweifelhaft sein kann.

Etwas weiter greift schon das System der vicarirenden Bestandtheile, worauf bereits Fuchs (Schweigger's Journ. Chem. Phys. 1815. XV. 382) bei Gelegenheit des Gehlenits aufmerksam machte. Bei Salzen kommt nämlich häufig eine ganze Reihe von Stoffen vor, die sich gegenseitig proportional ihrer Atomzahl ersetzen, ohne in der Form wesentliche Veränderung herbeizuführen. Vor allem passiv beweisen sich die Basen. Kalkerde $\dot{Ca}$ kann nicht blos durch $\dot{Mg}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$, $\dot{Zn}$, $\dot{Pb}$ ersetzt werden, sondern man nimmt es auch nicht schwer, $\dot{Ba}$, $\dot{Sr}$, $\dot{Cu}$, $\dot{Co}$, $\dot{Ce}$, $\dot{Y}$ an ihre Stelle zu setzen, so daß unter Umständen sämmtliche basische Radicale von der Form $\dot{R}$ sich vertreten könnten. In dieser Allgemeinheit verliert das Gesetz offenbar an Bedeutung, denn die Substanz wird dadurch für die Form immer wirkungsloser. Activer greifen dagegen die Säuren ein: $\overline{\ddot{P}}$ und $\overline{\ddot{As}}$ liefern bei natürlichen und künstlichen Salzen viele Beispiele, ja sie gaben sogar den ersten Anstoß zur neuen Lehre; für $\dddot{S}$, $\dddot{Se}$, $\dddot{Cr}$ wies dann Mitscherlich (Pogg. Ann. 12. 137 u. 18. 168) ganze Reihen von Salzen nach. Unter den Sulphosäuren zeichnen sich vor allen $\overline{Sb}$, $\overline{As}$, $\overline{Bi}$ aus, die nicht blos für sich isomorph krystallisiren, sondern auch für einander vicariren.

Mosander meinte schon im Jahr 1829 (Pogg. Ann. 19. 219) beim Titaneisen das $\dddot{\overline{Fe}}$ mit $\dot{Fe}\ddot{Ti}$ isomorph setzen zu dürfen, wo im Radical statt ein Atom Fe sich ein Atom Ti abgelagert habe. Damit war die mit so vieler Vorsicht begründete Mitscherlich'sche Hypothese auf ein viel unsichereres Feld gespielt, die dann consequent gegenüber jenem monomeren zu Scheerer's polymerem Isomorphismus führte (Pogg. Ann. 68. 319), wornach 3 $\dot{\overline{H}}$ mit $\dot{Mg}$ isomorph sein sollen. Diese Vermu-

thung wird nur durch Beispiele aus der Gruppe der Serpentine und verwitterten Dichroite belegt, die als Afterkrystalle gar nicht zu Beweisen geeignet sein dürften. Aber man beruhigt sich heute auch dabei nicht, sondern läßt an die Stelle von a Atomen des einen Körpers b Atome eines andern treten, wenn nur die sich ersetzenden Mengen chemisch gleichwerthig sind (N. Jahrb. Min. 1865 pag. 528. Bulletin Soc. géol. Belg. 1875 pag. 164). Es gibt dazu Beispiele: Braunmangan $\dot{H}\ddot{\bar{M}}n$, Brauneisen $\dot{\bar{H}}\ddot{F}e$, Diaspor $\dot{\bar{H}}\ddot{A}l$ sind alle drei zweigliedrig, nach einer Richtung $b : \infty a : \infty c$ blättrig und vollkommen im ältern Sinne isomorph. Zweigliedriger Chrysoberyll $\dot{B}e\ddot{A}l$ hat $a : b : c = 0{,}81 : 1{,}72 : 1$ und Braunmangan $1{,}55 : 1{,}83 : 1$. Axen b und c sind ungefähr gleich, aber a Chrysoberyll ist $\frac{1}{2}a$ Braunmangan. Da nun beim Chrysoberyll $w = 2a : b : c$ vorkommt, so könnte man das als Grundoktaeder nehmen und die Uebereinstimmung der Form wäre da. Dann würde mit Diaspor verglichen Beryllerde $\dot{B}e$ an die Stelle des gleichwerthigen Wassers $\dot{\bar{H}}$ treten. Mit dem Chrysoberyll stimmt nun die Form des Olivin $\dot{M}g^2\ddot{S}i$ wieder so vollkommen, daß man sie als das schönste Beispiel von Isomorphismus längst anführen könnte, wenn man ihre atomistische Zusammensetzung in Uebereinstimmung zu bringen vermöchte: denken wir aber **Al** an der Stelle von Mg Si, die beide sechswerthig sind, so ist das Licht aufgesteckt Mg, Mg Si, O^4 = Be, **Al**, O^4. Wenn bei gleichem System eine der Axen in ungefähr rationalen Verhältnissen abweicht, während die andern beiden gleich bleiben, so hat Groth (Monatsb. Berl. Akad. 1870 pag. 257) das Morphotropie genannt, und besonders durch Beispiele aus der organischen Chemie erläutert:

Benzol C_6H_6 mit $a : b : c = 0{,}891 : 1 : 0{,}799$

Resorcin C_6H_4HO mit $a : b : c = 0{,}910 : 1 : 0{,}540$

unterschieden sich dadurch, daß 2 Atome H im Benzol durch Hydroxyl HO im Resorcin vertreten sind, dennoch blieben zwei Axen a b in beiden gleich, blos Axe c ward im Resorcin etwa um ein Drittel kleiner. Leider steckt in solchen Annahmen ein willkührliches Element, da man für die Wahl der Grundform genügenden Spielraum besitzt, solche vermeintlichen Unterschiede auszugleichen.

Atomvolumen heißt das Atomgewicht dividirt durch das specifische Gewicht des Körpers. Fe = 350 Atomg., 7,8 spec. G., also $\frac{350}{7{,}8} = 44$ Atomvolumen. Kopp glaubte nun (Pogg. Ann. 52. 262) zwischen Krystallformen und Atomvolumen (Molecularvolumen) bei isomorphen Mineralen einen entschiedenen Zusammenhang gefunden zu haben.

	Endkante	Axe c	Atomvolumen
Kalkspath	105° 5′	0,854	632 : 2,73 = 231.
Dolomit	106°15′	0,833	583 : 2,88 = 202.
Manganspath	106°51′	0,822	722 : 3,59 = 201.
Spatheisen	107°	0,819	715 : 3,8 = 188.
Mesitinspath	107°14′	0,815	625 : 3,36 = 186.

	Endkante	Axe c	Atomvolumen
Bitterspath	107°25′	0,812	535 : 2,95 = 181.
Galmei	107°40′	0,807	779 : 4,45 = 175.

Mit der Größe der Hauptaxe c nimmt das Atomvolumen ziemlich regelmäßig ab, so ist es auch bei der isomorphen Schwerspathreihe. Schröder (Ueber die Abhängigkeit zwischen chemischer Zusammensetzung, specif. Gew. u. Krystallform bei den Carbonspathen, Schulprogramm Gymn. Hildesheim 1855) hat die Sache noch weiter mit dem Calcul verfolgt. Vergleiche auch Pogg. Ann. Bd. 106, 226; 107, 113; Suppl. VI, 58. Jahrb. 1873. 561.

Da es nun aber oft vorkommt, daß Minerale von ungleicher Zusammensetzung dennoch ähnliche Krystallformen zeigen, so sind die Zahlen der Atomvolumen zwar nicht gleich (isoster), aber doch stehen sie öfter in einem einfachen Zahlenverhältniß, und dieß sind manche Naturforscher geneigt, als Grund der ähnlichen Formen zu nehmen. Dana (Silliman American Journal 2. ser. 1850. IX. 220. 407) dividirte sogar in solchen Fällen die Atomvolumenzahl entweder mit der Zahl der Säuren und Basen, oder mit der Anzahl der Elementaratome, und erhielt so allerdings, den Sauerstoff = 100 gesetzt, öfter nahe liegende Zahlen, z. B. der zweigliedrige

Olivin	$\dot{Mg}^3 \ddot{Si}$ = 1327 Atg.,	3,35 Spg.,	$\frac{390}{10}$	= 39
Chrysoberyll	$\dot{Be}\ddot{Al}^3$ = 2284	— 3,7 —	$\frac{617}{16}$	= 39.

Eine auffallende Formverwandtschaft findet Statt zwischen

Aragonit	$\dot{Ca}\ddot{C}$	626 Atg.,	2,93 Spg.,	$\frac{215}{5}$	= 43
$\dot{K}$ Salpeter	$\dot{K}\dddot{\ddot{N}}$	1264	— 1,94 —	$\frac{651}{8}$	= 81
Bournonit	$\dot{Pb}^2\dot{Cu}\ddot{Sb}$	5996	— 5,77 —	$\frac{1037}{11}$	= 94.

Es verhält sich 43 : 81 : 94 = 1 : 2 : 2. Die rhomboedrische Reihe

Kalkspath	$\dot{Ca}\ddot{C}$	626 Atg.,	2,72 Spg.,	$\frac{230}{5}$	= 46
Na Salpeter	$\dot{Na}\dddot{\ddot{N}}$	1066	— 2,2 —	$\frac{485}{8}$	= 61
Rothgülden	$\acute{Ag}^3\dddot{Sb}$	6866	— 5,82 —	$\frac{1180}{10}$	= 118.

Die Zahlen verhalten sich etwa wie 2 : 3 : 5.

Es haben ferner Schwefel 97, Skorodit 48; Cölestin 52, Binarkies 53; Zirkon 46, Rutil 39; Anatas 43, Vesuvian 47; Quarz 54, Beryll 52, Chabasit 52, Feldspath 63, Albit 58, Oligoklas 57, Labrador 57, Anorthit 60.

Wenn nun schon bei diesen einfachern Fällen die Thatsache nicht schlagend ist, so verliert sie vollends an Bedeutung, sobald man fremdartige Minerale mit einander vergleicht: so haben Quarz und Schwerspath genau die Zahl 54, Staurolith und Zinkvitriol 44, Turmalin und Skorodit 48. Ueberhaupt liegen nach Dana's Methode die gewonnenen Zahlen unter einander so nahe, daß man sie bei der Complication der Rechnung eher als ein Spiel des Zufalls als für etwas anderes ansehen kann. Dennoch wagt sich Hermann noch weiter (Erdmann's Journ. prakt.

Chem. 43. 35. 81): er meint, daß namentlich bei complicirten Silicaten, wie Turmalin, Glimmer, Epidot ꝛc. eine Heteromerie Statt finde, d. h. es seien darin Verbindungen von gleicher Form, aber verschiedener chemischer Constitution, zusammen krystallisirt. Das wird ihm schwer werden, nachzuweisen! Auch Hr. Rammelsberg geht in neuern Zeiten weiter als früher.

Im Ganzen scheinen demnach über den Isomorphismus noch keine wichtigen Aufschlüsse gewonnen zu sein, die uns erlaubten weiter fortzuschreiten. Daß dieser Isomorphismus keine vollkommene Uebereinstimmung in den Winkeln nach sich zieht, liegt in der Natur der Sache. Hier bleibt vielmehr für die einzelnen Substanzen ein Spielraum. Aber gerade dieser Spielraum erlaubt bei den Rhomboedern der Kalkspathgruppe einen Rückschluß auf den Inhalt, wie das am Ende des Kalkspaths auseinander gesetzt ist.

Dimorphismus

ist die Eigenschaft einer Mineralmasse in zweierlei Systemen zu krystallisiren. Lange wußte man, daß Kalkspath und Aragonit aus der gleichen Masse $\dot{C}a\ddot{C}$ bestehen, und doch waren sie in Beziehung auf ihre mineralogischen Eigenschaften so verschieden, daß Thenard (Gilbert's Ann. 31. 297) den Aragonit als den einzigen Körper ansah, in welchem ein wirklicher Widerspruch zwischen der chemischen Analyse und der Krystallform bestehe. Der Triumph Stromeyers im Februar 1813 (Gilbert's Ann. 43. 231) war daher kein geringer, als derselbe in den Krystallen von Dax und Molina 4 p. C. $\dot{S}r\ddot{C}$ nachwies, und diesen nach damaliger Ansicht für den Krystallbilder hielt, welcher die übrige Masse „gleichsam zwingen kann“, die gleiche Krystallform anzunehmen. Erst Mitscherlich zeigte 1823 am Schwefel bessere Gründe (Ann. de Chim. XIV. 264; Abh. Berl. Akad. Wiss. pag. 43). Der Schwefel nämlich krystallisirt bei der Sublimation 2gliedrig, bei der Schmelzung 2+1gliedrig, ist also ohne Widerrede zweiförmig (dimorph). Nun war der Widerspruch gelöst. G. Rose meinte sogar später, daß Aragonit sich nur aus warmen, Kalkspath aus kalten Lösungen bilde. Jedenfalls muß der Grund ihrer verschiedenen Krystallisation in den verschiedenen Einflüssen gesucht werden, unter welchen sie wuchsen. Gute Beispiele für Dimorphismus sind außer Schwefel und Kalkspath:

Kohlenstoff (Diamant und Graphit), arsenige Säure $\dddot{A}s$ und Antimonoxyd $\dddot{S}b$, beide isomorph und dimorph regulär und zweigliedrig; Kupferglas $\acute{C}u$ zweigliedrig und regulär; Schwefel- und Binarkies $\ddot{F}e$; Salpeter $\dot{K}\dddot{\ddot{N}}$ zweigliedrig und rhomboedrisch. Früher meinte man auch Kalkgranat und Vesuvian; aber auf so complicirte Silicate ausgedehnt mußte die Sache mehr hypothetisch bleiben. Sogar

Trimorphie scheint bei der Titansäure $\ddot{T}i$ vorzukommen, wo der viergliedrige Rutil mit dem viergliedrigen Anatas nicht gut in UebereIn-

stimmung gebracht werden kann, und außer dem der Brookit ausgezeichnet zweigliedrig ist. Vergleiche auch Rauschgelb $\overset{\prime\prime\prime}{As}$.

Nickelvitriol $\dot{Ni}\dddot{S} + 7\dot{H}$ ist viergliedrig und zweigliedrig, mit Eisenvitriol zusammen fügt er sich sogar in die 2 + 1gliedrige Form. Allein wenn man die vicarirenden Substanzen zu Hilfe nehmen will, dann greift das Gesetz wieder weit über die Grenzen. Mit dem Dimorphismus scheint die

Paramorphose, Umstehen der Substanzen, in engster Verbindung zu stehen. Bekannt ist die Erscheinung beim Zucker: die frischen Bonbons sind amorph, zeigen einen glasartigen Bruch, nach einigen Wochen werden sie krystallinisch-fasrig, bröckeln und lösen sich leichter. Aus denselben Gründen wird die glasige arsenige Säure durch längeres Stehen porcellanartig trüb, „die Molecule setzen sich um". Die durch Schmelzung erhaltenen 2 + 1gliedrigen Schwefelkrystalle verlieren nach wenigen Stunden ihre Durchsichtigkeit, man meint, daß sie zu einem Aggregat von 2gliedrigen Krystallen umstehen. Der zweigliedrige Nickelvitriol wird am Licht (besonders in directen Sonnenstrahlen) trübe, verwandelt sich in ein Aggregat von Quadratoktaedern. Schön ist die Erscheinung beim Quecksilberjodid (Pogg. Ann. 28. 116): die gelben zweigliedrigen durch Sublimation erhaltenen Krystalle werden vorsichtig behandelt beim Erwärmen, ja sogar bei Berührung, ruckweis roth, indem sie zur viergliedrigen Form umstehen. Aragonit zerfällt im Glaskolben erhitzt zu Pulver, da das Pulver einen größern Raum einnimmt, so scheint es aus kleinen Kalkspathrhomboedern zu bestehen (Scheerer, der Paramorphismus und seine Bedeutung in der Chemie, Mineralogie u. Geognosie 1854).

Die neuere Chemie, welche mehr auf organischem Gebiete, als auf anorganischem Fortschritte machte, hat uns manche Aenderungen gebracht, deren Nothwendigkeit man nicht immer einsieht. Was zunächst das **Atomgewicht** betrifft, so knüpft sie mit Recht wieder an Berzelius an, der es nicht unterließ Wasser $\dot{\overline{H}}$ und nicht $\dot{H}$ zu schreiben, wie die Liebig'sche Schule, weil 2 Maß Wasserstoff mit 1 Maß Sauerstoff sich auf 2 Maß Wassergas verdichten. Er setzte aber Sauerstoff 100 und Wasserstoff 12,5 also $\frac{1}{8}$, weil er dabei das Doppelatom im Auge hatte. Eine Zeitlang glaubte man nun, wenn $H = 1$ gesetzt würde, kämen für die übrigen Elemente lauter ganze und zwar kleine Zahlen, blos für Chlor konnte man den Bruch nicht entbehren $Cl = 35{,}5$. Das ist jetzt zwar wieder anders geworden, je genauer die Untersuchungen, desto sicherer kommt man auf Brüche, aber bei dem Grundsatze, das leichteste = 1 zu setzen, blieb man, doch leider nicht in Berzelius'scher Weise, sondern sie nehmen $H = 1$, folglich muß $\overline{H} = 2$, und Sauerstoff statt 8 nun $2 \cdot 8 = 16$ werden. Man muß daher beim Gebrauch des Atomgewichts sich versichern, ob der Schriftsteller $O = 8$ oder $O = 16$ setzt. Dazu kommt nun noch die verschiedene

Werthigkeit (valentia). Früher nahm man blos die Salzbilder Cl,

Br, J, Fl für **einwerthig**, d. h. sie vertraten ein Atom Wasserstoff H, jetzt hat man nun auch die Alkalien K, Na, Li, Cs, Rb noch gespalten, so daß K der ältern = 2 K der neuern wird. Auch Silber Ag und das merkwürdige Thallium Tl wird einwerthig genommen. Dann gehört zu den **zweiwerthigen:** O, S, Se, Te, Ba, Sr, Ca, Mg, Be, Zn, Cd, Jn, Cu, Hg, Y, Er, Ce, La, Di, da ihre Oxyde die Form $\dot{R}$ annehmen. **Dreiwerthig** treten gewöhnlich Bismuth $\mathbf{Bi}$, Gold $\mathbf{Au}$, Aluminium $\mathbf{Al}$ auf, mit der Form $\dddot{\mathbf{R}}$ d. h. 2 : 6 = 1 : 3, während Fe, Mn, Ni, Co, Cr, Ur zwei- oder dreiwerthig sind, d. h. die Form $\dot{\mathbf{R}}$ oder $\dddot{\mathbf{R}}$ annehmen. So geht die Sache dann fort zum Vier- $\ddot{R}$, fünf- $\ddot{\mathbf{R}}$ und sechswerthigen $\dddot{R}$. Eine gewisse Willführ bleibt immer dabei, man sollte daher nicht unnöthig von dem Hergebrachten abweichen: so führte Berzelius für Kieselerde das Symbol $\dddot{Si}$ ein, die Neueren nehmen $\ddot{Si}$ an. An der Sache hat das nichts geändert, denn in allen den Schwankungen steht das eine fest, daß sich bei der Kieselerde Si : O = 7 : 8 verhält. Setzen wir nun O = 8, so muß für $\dddot{Si}$ die Gleichung Si : O = 21 : 24 = 7 : 8 statt haben; für O = 16 Si : O = 42 : 48 = 7 : 8; für $\ddot{Si}$ dagegen im ersten Fall Si : O = 14 : 16, im zweiten Si : O = 28 : 32. Daraus werden die verschiedenen Atomgewichte 14, 21, 28, 42 von selbst klar.

Obwohl die Chemie unseres Jahrhunderts auf dieser „Valenz" basirt, so wurde sie doch zum Ueberfluß noch besonders durch Römische Zahlen hervorgehoben, so daß der Kalkspath

$$\dot{Ca}\,\ddot{C} = Ca\,O + CO_2 = \overset{II}{Ca}\,\overset{IV}{C}\,\overset{II}{O_3}$$

die gespreizte Formel erhielt, und nicht mehr kohlensaure Kalkerde, sondern kohlensaures Calcium genannt wird, als wenn Kohlensäure CO_3 und nicht CO_2 wäre. Gewiß sind für die anorganische Chemie solche Neuerungen unnöthig, da aus den Punkten der alten Schreibart ohne die sperrigen Zeichen das Zwei- und Vierwerthige ganz bestimmt hervorgeht. Wenn man ferner unter **Atomen** nur die kleinsten Theile der Elemente, und **Molecülen** dagegen die kleinsten Theile der Verbindungen verstehen will, so mag das sein, allein in den meisten Fällen braucht man von der alten Gewohnheit, die Worte promiscue zu gebrauchen, nicht abzugehen, weil nicht leicht Irrthum daraus entstehen kann.

Da der Werth der Symbole mit von ihrer Kürze abhängt, so hatte Berzelius für die Silicate besondere Formeln vorgeschlagen, wornach der Feldspath

$$\dot{K}\,\dddot{Si} + \dddot{\mathbf{Al}}\,\dddot{Si}^3 = \dot{\mathbf{K}}\,\dot{Si}^3 + 3\,\dot{\mathbf{Al}}\,\dot{Si}^3 = K\,Si^3 + 3\,\mathbf{Al}\,Si^3 = K\,\mathbf{Al}^3\,Si^{12}$$

das punktlose Zeichen erhielt. Er dachte sich dabei alle Symbole von der Form $\dot{R}$ oder $\dot{\mathbf{R}}$, und konnte dann die Punkte als selbstverständlich weglassen. Das in der Mineralogie durchzuführen, würde leicht sein, denn ein Zeichen $Ca\,C^2$ für Kalkspath bedürfte keiner Erklärung. Die Atomzahlen müßten dann freilich andere werden, wir können sie aber sofort für O = 8 hinschreiben, nemlich

$$K = 39,\ \mathbf{Al} = 9,\ Si = 7,\ Ca = 20,\ C = 3;$$

für O = 16 würden die Zahlen doppelt so groß. Freilich müßte man dann mit Brüchen operiren, denn wäre $\dot{Fe} = Fe$, so $\dddot{Fe} = Fe_{\frac{3}{2}}$. Die Brüche vermied man, weil Atome nicht mehr getheilt werden könnten. Man hat daher diesen stabilen Standpunkt nicht durchgeführt, sondern den labilen bevorzugt.

Hier bot zunächst die Krystallform und der Isomorphismus scheinbare Anhaltspunkte: Thonerde (Korund) und Eisenoxyd (Eisenglanz) haben dieselbe Form, daher dachte man sich auch ihre „Molecule" von dem gleichen Atombau $\dddot{Al}$ und $\dddot{Fe}$. Für das Symbol der Kieselerde $\dddot{Si}$ ließ sich zwar kein solcher Grund geltend machen, aber da sie im Feuer die stärkste aller Säuren ist, so lag die Idee nahe, ihr mit der stärksten Säure auf nassem Wege, mit Schwefelsäure $\dddot{S}$ gleichen Atombau zu geben, zumal da das wichtigste aller Minerale, der Feldspath mit Alaun ein ganz analoges Gepräge bekam. Die neuere Chemie geht aber ganz davon ab, und besteht auf dem zweiatomigen Zeichen $\ddot{Si}$. Man stützt sich dabei auf die

Dampfdichte d. h. auf das specifische Gewicht des Gases, welches bei allen gasförmigen Körpern mit den Atomgewichten zusammenfällt, wenn man die Dichtigkeit des Wasserstoffs = 1 setzt. Da alle luftförmigen Körper den gleichen Ausdehnungsconficienten, $\frac{1}{273}$ für 1° C. haben, so spricht das ja für gleiche Moleculzahl in gleichem Volumen. Gewöhnlich nimmt man für die Dichte der Gase und Dämpfe die atmosphärische Luft, welche 14,5 mal schwerer als Wasserstoff ist, zur Einheit. Da nun Sauerstoff 1,1 wiegt, so ist auf Wasserstoff bezogen sein Gewicht 1,1 • 14,5 = 16. Das gelblichgrüne Chlorgas von 2,45 spec. Gew. gibt 2,45 • 14,5 = 35,5 als Atomgewicht für Cl. Der Dampf vom Chlorkiesel hat 5,9 Dichtigkeit, gibt 14,5 • 5,9 = 85 = 35,5 • 2 + 14 = 2 Cl + Si, was entschieden für das Symbol SiO^2 sprechen würde, da Cl mit O gleichwerthig ist. Joddampf 8,7 gibt 126; Phosphordampf 4,35 gibt 63; Quecksilberdampf 6,97 gibt 100; Schwefelkohlenstoff CS^2 2,64 gibt 38 = 2 • 16 + 6 2c. Leider kann nur ein Theil der Elemente auf diese Weise geprüft werden. Die unangenehmste Veränderung findet in der

Sprache für Säuren statt: man sagt nicht mehr Kohlensäure $\ddot{C}$, sondern Kohlensäure-Anhydrid, obwohl man Kohlensäure-Hydrid, die vermeintliche ächte Kohlensäure weder kennt noch darstellen kann. Nach dieser Schablone wird nun die bisherige Schwefelsäure $\dddot{S}$ zum Schwefelsäure-Anhydrid, während das bisherige Schwefelsäure-Hydrat $\dot{H}\dddot{S} = SO^4H^2$ schlechthin Schwefelsäure heißt. Bekanntlich ist die gewöhnliche Phosphorsäure $\ddot{P}$, das Phosphorsäure-Anhydrid, in der Natur dreibasisch, verwebt man das in das Symbol, so wird Phosphorsäure-Hydrat $\dot{H}^3\ddot{P} = H^6P^2O^8 = PO^4H^3$ zur Phosphorsäure schlechthin. Anders macht es sich wieder bei der einbasischen Salpetersäure, denn verwebt man hier das Wasseratom mit der Säure und halbirt, so entsteht $\dot{H}\ddot{N} = H^2O^6N^2 = NO^3H$. Beim ersten Anblick meint man in diesen

Ummodelungen ganz was absonderliches zu haben, während in der That an der Sache sich nichts geändert hat. Zu beklagen ist es nur, daß man so ganz ohne Noth von der alten eingebürgerten Nomenclatur abging, man wäre es den Manen alter Meister schuldig gewesen, so viel als möglich das alte Gute zu schonen. Wie leicht wäre mit dem kürzern Worte „Hydrid" alles vermieden, dann bliebe $\dddot{\dot{P}}$ Phosphorsäure im alten Sinne, und PO^4H^3 würde Phosphorsäure-Hydrid.

Die Vertheilung des Sauerstoffes sowie der andern electro-negativen Elemente auf die einzelnen Atome ist durch die neue Anordnung nicht selten erschwert. Wenn z. B. A. d'Achiardi (Bullettino Com. geol. d'Italia 1871 pag. 174) für die gelben Kalkgranaten im Diorit von San Piero in Campo die Formel $Ca^{54}Al^{24}Fe^{20}Si^{60}O^{240}$ gibt, so stutzt man doch einen Augenblick, namentlich wenn darin noch ein Fehler, Statt Fe^{20} die Zahl Fe^{24} steht. Man muß die Atome erst umgestalten, und kann dann durch Punktiren sich überzeugen, ob kein Irrthum darin steckt, nemlich

$$Ca^{54}Al^{12}Fe^{10}Si^{60}O^{240} = \dot{Ca}^{54}\dddot{Al}^{12}\dddot{Fe}^{10}\ddot{Si}^{40} = \dot{Ca}^{54}\ddot{Si}^{18} + \dddot{R}^{22}\ddot{Si}^{22}.$$

Isomerie (ἰσομερής gleichtheilig) lehrt uns Körper kennen, die bei gleicher Zusammensetzung verschiedene Eigenschaften haben, wie das feste wachsartige Paraffin CH und das flüssige Steinöl. Die neuere Chemie sucht die Gründe in der verschiedenen Zahl (polymer) oder in der verschiedenen Anordnung (metamer) der Atome:

Cyansäure HNC_2O_2 und Cyanursäure $H_3N_3C_6O_6$,

Oelbildendes Gas C_4H_4, Propylen C_6H_6, Butyren C_8H_8 2c.

haben gleiche procentische Zusammensetzung, aber verschiedene Atomzahl, sind daher polymer.

Essigsaures Methyloxyd und Ameisensaures Aethyloxyd

$C_4H_3O_3 + C_2H_3O$ und $C_2HO_3 + C_4H_5O$

bestehen quantitativ beide aus $C_6H_6O_4$, sind daher metamer.

Typen heißen Musterverbindungen, womit man die Werthigkeit der andern vergleicht.

1. Salzsäuretypus HCl: Zum **einfachen** Salzsäuretypus zählen die Salze NaCl, KCl, AgCl 2c.; zum **zweifachen** Flußspath CaFl, Hornblei PbCl, zum **zwölffachen** Kryolith $Na^3Fl^3 + AlFl^3$, da zwölf Fluor $Fl^{12} = Fl^3 + Fl^3$ zwei sechswerthige Basen Na^3 und Al sättigen.

2. Wassertypus H^2O: zum **einfachen** gehört Kalihydrat $\dot{K}\dot{H}$, weil man K in K^2 gespalten hat, und das Ganze dann KHO setzen kann, worin der Sauerstoff O zwei einwerthige Atome K und H sättigt. Kalkerdehydrat $\dot{Ca}\dot{H} = CaH, O^2$ gehört daher zum **zweifachen.** Deshalb wird nun aber auch Kalkerde daher gesetzt $CO = \frac{1}{2}(C^2O^2)$! Kieselsäure $\ddot{Si}\dot{H}^2$ ist **vierfach,** wie $\ddot{Si} = \frac{1}{2}(Si^2, O^4)$; das künstliche Eisenoxydhydrat $\dddot{Fe}\dot{H}^3 = Fe^2H^6, O^6$ gehört zum **sechsfachen**, deshalb muß auch Eisenglanz $Fe^2O^3 = \frac{1}{2}(Fe^4O^6)$ sein!

3. Ammoniaktypus H_3N und 4. Sumpfgastypus H_4C sind besonders für die organische Chemie wichtig.

Chemische Analyse.

Der Mineraloge soll chemische Hilfsmittel erst dann anwenden, wenn er mit den mineralogischen nicht zum Ziele kommt, und je virtueller er in seinem Fache sich ausbildet, desto weniger wird er ihrer bedürfen. Ja in vielen Fällen ist es um das Wissen, ob dieser oder jener Stoff dem Minerale beigemischt sei, eine fast gleichgültige Sache. Jedenfalls ist nicht zu vergessen, daß in dem Augenblicke, wo wir das Feuer und die Säure zur Hand nehmen, wir in ein fremdes Gebiet hinüberstreifen, und wenn dieses voreilig geschieht, so können wir leicht und nicht ungestraft in Wege gerathen, die der tüchtige Mann des Faches nicht gehen sollte. Mohs hat daher die Chemie gänzlich unbeachtet gelassen.

Indeß ist praktisch genommen der Stoff wieder überaus wichtig und inniger mit den Eigenschaften der Minerale verwoben, als es bei Pflanzen und Thieren zu sein scheint. Man wird sich daher um so lieber mit den Mitteln vertraut machen, welche zu dieser Kenntniß führen, als wir gehörig mineralogisch vorbereitet meist nur der kleinsten Apparate bedürfen. Von diesen kann daher auch nur hier die Rede sein, das weitere muß der Chemie überlassen bleiben. Denn wenn es sich ein Mal nicht mehr um die Kenntnisse der Minerale, sondern um ihre letzten Stoffe handelt, so kann der Chemiker allein mit allen Mitteln seiner Wissenschaft uns Hilfe bringen, deren Resultate wir historisch aufzunehmen haben.

Beide, Mineralogen und Chemiker, werden um so mehr von einander lernen, je besser sie es verstehen, ihre Gebiete zu sondern.

Untersuchung auf trockenem Wege.

Ohne Zuschläge.

Dazu gebraucht man das allbekannte Löthrohr pag. 169, Bunsen'sche Brenner und Weingeistlampe. Als besten Führer nehmen wir Plattner (Probierk. pag. 82). Kleine Proben erhitze über der Weingeistlampe, was man auch durch Blasen mit dem Löthrohr noch verstärken kann:

1) In einerseits verschlossener Glasröhre: das Wasser entweicht, und setzt sich im Halse wieder ab; flüchtige Säuren werden namentlich bei stärkerer Hitze durch Röthen des Lackmuspapiers erkannt; Schwefel- und Kupferkies geben Schwefel ab, heiß braun, kalt gelb aussehend; Arsenikkies, Speiskobalt sublimiren Arsenik unter Knoblauchgeruch; viele Minerale decrepitiren sehr stark, wie Spatheisenstein, was sich dabei in Magneteisen verwandelt; Zinnober sublimirt ꝛc.

2) In beiderseits offener Glasröhre. Lege die Probe hart an den Feuerrand, und wenn sie decrepitirt, pulverisire. Durch Neigen der Röhre hat man den Luftzug ganz in der Hand. Schwefel in den Schwefelmetallen verflüchtigt sich als schweflige Säure; Selenmetalle riechen nach Rettig; Arsenmetalle geben meist ein Sublimat von

arseniger Säure in kleinen Oktaedern; Antimonverbindungen bilden einen weißen Rauch, Antimonoxyd, ebenso Tellur. Quecksilber setzt sich in Kügelchen an die Röhrenwand.

3) Auf Kohle mit der Löthrohrflamme erkennt man Schwefel, Selen und Arsen meist durch den Geruch. Achte besonders auf die Beschläge! Antimon und Arsenik geben einen weißen Beschlag von Antimonoxyd und arseniger Säure; ersterer ist weniger flüchtig als letzterer, legt sich daher näher bei der Probe nieder, der ähnliche Tellurbeschlag färbt die Reductionsflamme grün; Wismuth beschlägt mit Oxyd, heiß und kalt gelb; der Beschlag des Bleies ist schwefelgelb und verflüchtigt sich in der Reductionsflamme mit blauem Schein; Zinkbeschlag ist heiß gelb, wird beim Erkalten weiß und leuchtet beim Daraufblasen; Cadmium ist flüchtiger und gibt weiter von Zinkoxyd weg einen gelben bis braunen Beschlag; ja an der äußersten Grenze kann die Kohle davon bunt (pfauenschweifig) anlaufen.

4) In der Platinzange oder am Platindraht untersucht man kleine Splitter, die man sich durch Zerschlagen in Papier oder Erhitzen im Kolben verschafft. Decrepitiren sie zu Pulver, so reibt Berzelius dasselbe mit Wasser an, tröpfelt etwas auf die Kohle, woraus sich beim Daraufblasen eine dünne Platte bildet, die man in die Pincette nehmen kann. Man kann das Pulver auch feucht in der Hand anmachen. Dabei hat man vor allem auf die

Färbung der Flamme zu sehen. Natronsalze färben sie gelb, wenn man damit die Spitze der blauen Flamme berührt, Kalisalze violet, nur darf weder Natron noch Lithion zugegen sein, doch verdecken dieselben weniger, wenn man durch ein blaues Kobaltglas schaut. Lithion, Strontian und Kalk geben rothe Flammen. Das schöne Purpurroth der Lithionglimmer und Lithionfeldspathe ist eine sehr ausgezeichnete Reaction, aber das Natron kann auch hier, wie beim Amblygonit, die Farbe decken. Strontianit und Cölestin färben auch gut, zu viel Baryt hindert aber. Die Orangen-Farbe der Kalke ist zwar minder schön, kommt aber bei Kalkspath, Flußspath, Gyps, Tafelspath vor. Gelblichgrün färbt Schwerspath und Witherit, ähnlich Molybdän MS^2. Prachtvoll ist die smaragdgrüne Flamme von Kupfersalzen, Malachit, Dioptas, selbst wenn Kupfer unwesentlich ist, wie im Türkis. Phosphorsaure Salze erzeugen öfter schon für sich eine blaßblaugrüne Färbung, besonders wenn man sie in Schwefelsäure taucht, oder gar gepulvert mit Schwefelsäure einen Taig anrührt und in das Oehr eines Platindrahts streicht. Den etwaigen Wassergehalt entfernt man vorher durch Rösten. Borsäure im Oehre eines Platindrahts gibt eine zeisiggrüne Flamme, selbst der natronhaltige Borax gibt auf Kohle entwässert, dann fein gepulvert und stark mit Schwefelsäure befeuchtet auf Platindraht noch intensive grüne Färbung, so lange freie Schwefelsäure vorhanden. Azurblau färbt in der äußern Flamme Chlorkupfer, gleich allen in Salzsäure getauchten Kupfererzen, wird aber dann grün von gebildetem Kupferoxyd. Selen

auf Kohle verflüchtigt sich auch mit azurblauem Schein, Bleisalze auf Platindraht oder in der Pincette geben ein schön blaues Licht, mit bläulichem Licht entweichen die Beschläge von Bleioxyd, Antimonoxyd und arseniger Säure. Die Intensität der Flammenfarben kann auch durch Chlorsilber verstärkt werden, wenn man die Probe damit mischt, Dr. Werner (Färbung der Löthrohrflamme, Württ. Jahreshefte 1864 pag. 81).

Spectralanalysen von Kirchhoff und Bunsen (Pogg. Ann. 1860. CX. 161), machten mit Recht großes Aufsehen. Der Apparat (Spectroskop) besteht aus zwei schwachen Fernrohren, die ihre Objectivlinsen einem senkrecht gestellten Prisma zukehren. Statt des hintern Ocular findet sich eine enge aufrechte Spalte. Fällt dadurch Sonnenlicht ein, so sieht man durch's vordere Ocular ein horizontales Spectrum, links das rothe und rechts das violette Ende, mit den Frauenhofer'schen schwarzen Linien, falls das Instrument durch mehrere Glasprismen gehörig verstärkt ist. Wendet man jetzt den Spalt gegen eine nicht leuchtende Löthrohrflamme, in welche Steinsalz gehalten wird, so tritt im gelben Felde (an der Stelle von D Frauenhofer) eine markirte feuerartige Linie auf: es ist die Natronlinie Alpha (Naα), die fast keinem Spectrum fehlt, da Natron überall in der Luft verbreitet ist. Diese einzige Linie dient daher zum sichersten Anhaltspunkte. Links davon kommt im rothen Felde eine ausgezeichnete rothe Lithion α, während die schwach gelbe Liβ auch links leicht übersehen wird. Das Kali gibt sich an den äußersten Enden durch roth Kaα links, und schwach violet Kaβ rechts zu erkennen. Man sieht besonders auf die rothe links, die noch weit hinter Liα liegt. Strontian hat ebenfalls ein ganzes System rother Linien, aber auch eine breite Orange Srα noch links von Naα, und weit rechts eine schmale blaue Srδ. Auch Kalk hat Orange Caα, aber dann noch eine markirte grüne Caβ, Baryt dagegen ein ganzes System grüner Linien. Die Erscheinung ist so markirt, daß man bei einiger Uebung die Stoffe, auch wenn sie nebeneinander vorkommen, unterscheiden lernt. Mit der kleinen Löthrohrflamme oder Weingeistlampe geht es freilich nur unvollkommen, es gehört vielmehr Gas mit dem bekannten Bunsen'schen Brenner (Pogg. Ann. 100. 85) dazu, was sehr heiß ist, dennoch wie eine Wasserstoffflamme nicht leuchtet, und die Färbung der hineingehaltenen Stoffe unverändert mittheilt. Auf diese Weise können kleine Mengen von Stoffen nachgewiesen werden, wie durch kein anderes Hilfsmittel: Lithion fand sich nicht nur in Mineralen und Gesteinen vieler Art, sondern auch in der Pflanzenasche, in Tabacksblättern, Weinreben und Milch der Kühe, welche solche Pflanzen fraßen. Strontian kam in den Kalksteinen der verschiedensten Formationen, was schon die Cölestinkrystalle in den Ammonitenkammern erwarten ließen. Unerwarteter Weise entdeckte Bunsen sofort zwei neue Alkalien Cäsium und Rubidium, von denen man bisher keine Ahnung gehabthatte; später kamen Indium, Thallium und Gallium pag. 173 dazu. Selbst die Hoffnung der chemischen Analyse des Sonnen- und Sternlichtes wird angeregt. Denn sogar die edelsten Metalle geben Spectra mit „Absorb-

tionslinien", wenn man an den Drahtenden (Elektroden) eines Ruhmkorff'schen Inductionsapparates Spitzen von Platin, Gold, Silber, Kupfer, Zink ꝛc. befestigt. Die Elektricität befördert, wenn auch im Minimum, das Verdampfen der Metalle, Bunsen Pogg. Ann. 1875 Bd. 155 pag. 230. Schon mit schwachen Spektroskopen entdeckt man in Flüssigkeiten und durchsichtigen Mineralien gegen das Sonnenlicht gehalten Absorbtionslinien.

Veränderungen der Proben im Feuer sind verschieden: Granat schmilzt ruhig zu einer Kugel; Zeolithe schäumen und krümmen sich. Borax bläht sich Blumenkohlartig, eben so Epidot, es scheint von der Entwickelung eines Gases zu kommen, was man jedoch nicht kennt; Roheisen und oxydische Eisenerze sprühen Funken, Salpeter auf Kohle verpufft. Das Schmelzproduct wird ein durchsichtiges Glas, ein porcellanartiger Email oder eine Schlacke, so heißt der poröse löcherige Körper. Durch Reduction auf Kohle erzeugt sich bei Blei, Zinn, Wismuth, Kupfer, Silber eine Metallkugel (Regulus). Am Phosphorsauren Blei, Steinsalz ꝛc. bedecken sich die Perlen mit Facetten (krystallisiren). Der Schmelzproceß hängt bei Eisenerzen wesentlich mit der Oxydation zusammen. Bringt man z. B. eine feine Nadel von rothem Glaskopf ($\ddot{F}e$) in die äußere Flamme, so ist sie unschmelzbar, in der innern dagegen fängt sie an zu schmelzen und Funken zu sprühen, weil sich das Eisen in der Reductionsflamme in Magneteisen $\dot{F}e\,\ddot{F}e$ verwandelt. Schwefel- und Arsenmetalle in der äußern Flamme besonders in Pulverform auf Kohle behandelt rösten, d. h. sie geben etwas Schwefel und Arsen ab und verwandeln sich in schwefelsaure und arsensaure Metalloxyde, die dann in der innern Flamme öfter gänzlich von Schwefel- und Arsengehalt reducirt werden können. Bei Gegenwart von Eisen folgen die Kugeln dem Magnet. Wenn so die Prüfung im bloßen Feuer beendigt ist, schreitet man zur

Prüfung mit Zuschlägen.

Borax, Phosphorsalz, Soda, Kobaltsolution sind die wichtigsten Löthrohrreagentien. Borax und Phosphorsalz nimmt man gewöhnlich mit dem Hacken eines Platindrahtes, seltner auf Kohle. Man darf den Draht nur erhitzen und in die Salze tauchen, so hängt sich sogleich die gehörige Menge an, die erhitzt zu einem farblosen Glase schmilzt, welches bei der Untersuchung die Dienste leistet. Ist zu viel färbendes Mittel hinzugethan, so stößt man den größten Theil der Perle ab und taucht den Draht von Neuem ins Salz, wonach dann lichtere Farbe kommt. Auch kann man die Perle leicht mit der Pincette pressen, um so die dünnere Masse durchsichtiger zu machen. Durch stoßweises Daraufblasen (Flattern) werden die Perlen öfter unklar. Auch muß man vorsichtig zwischen Reductions- und Oxydationsflamme unterscheiden.

Borax $Na\ddot{B}^2\dot{H}^{10}$ erhitzt bläht sich wurmförmig, das Wasser ent-

weicht und die überschüssige Borsäure wirkt lösend, indem sie schwache Säuren austreibt, sich mit Oxyden verbindet und mit dem $\dot{N}a\ddot{B}^2$ klare Doppelsalze bildet. Wenn sich leicht reducirbare Oxyde von Zink, Cadmium, Blei, Wismuth, Nickel, Kupfer, Silber ꝛc. darin befinden, deren Metalle sich mit Platin legiren könnten, so muß die Reduction auf Kohle vorgenommen werden.

Phosphorsalz ($\dot{H}\dot{A}m\dot{N}a$) $\ddot{P}$ + 8 $\dot{H}$ (Harnsalz, Marggraf Hist. Acad. Berlin 1746. 84), bei der Hitze entweicht Wasser und Ammoniak, es bleibt metaphosphorsaures Natron $\dot{N}a\ddot{P}$, die freie feuerbeständige $\ddot{P}$ hat eine stark lösende Kraft, nur die Kieselerde bleibt als ungelöstes Skelet zurück, und die Farben sind meist etwas anders als mit Borax, öfter sogar deutlicher. Interessant ist die Erzeugung mikroskopischer Krystalle in der gefärbten Glasperle (G. Rose, Monatsber. Berl. Akad. 1867 pag. 129; Journ. pract. Chem. 1870 I. 452).

Soda $\dot{N}a\ddot{C}$ ein weißes Pulver, das man mit Speichel anfeuchtet, und im Ballen der Hand mit der Probe mischt. Vorzüglich dient es auf Kohle zur Reduction der Metalloxyde von Molybdän, Wolfram, Antimon, Arsen, Tellur, Kupfer, Wismuth, Zinn, Blei, Zink, Kadmium, Nickel, Kobald, Eisen sammt den edlen Metallen. Die Masse zieht sich zwar in die Kohle, allein man bricht das Stück aus, zerstoßt und schlämmt, und sucht dann die Metallblättchen mit der Loupe. Die Reduction geschieht erst in der Kohle, durch Kohlenoxydgas, was daselbst entwickelt wird. Noch leichter reduciren neutrales Oxalsaures Kali, Zucker, Cyankalium, letzteres breitet sich aber zu stark auf der Kohle aus, und zerstreut daher die Metallkörner zu sehr. Ferner wichtig ist Soda als Schmelzmittel: die Kieselerde schmilzt unter Brausen damit zusammen, und bildet über der Kohle eine klare Perle, wenn nicht zu viel Soda zugesetzt wird. Rutil $\ddot{T}i$ gibt zwar auch eine Perle, die aber undurchsichtig wird. Die Verbindungen von Wolfram- und Molybdänsäure gehen in die Kohle. Ebenso die Salze von Baryt- und Strontianerde, welche auch mit Soda zusammen schmelzen. Die meisten Kalkerdesalze dagegen werden, so fern ihre Säure stärker als Kohlensäure ist, zersetzt, das gebildete Natronsalz zieht sich in die Kohle, und die Kalkerde bleibt auf der Kohle zurück. Als Aufschließungsmittel der Silicate gibt Soda an Kieselsäure Natron ab, es entstehen klare Gläser, so lange es einfache Silicate sind, aber bei größerem Zusatz von Soda werden die schwächern Basen durch das $\dot{N}a$ ausgeschieden, die Masse wird unklar und unschmelzbar. Will man z. B. Feldspath auf Kali untersuchen, so mischt man den gepulverten Feldspath mit 1 Theil Soda und 1 Theil Borax, schüttet ihn in eine kleine Kapsel von Filtrirpapier, das man mit Soda getränkt hat, und erhitzt das in einer Grube auf Kohle, bis es im Oxydationsfeuer zu einer durchsichtigen blasenfreien Kugel geschmolzen ist, diese gibt dann gehörig behandelt auf nassem Wege mit Platinchlorid die Reaction auf Kali.

Kobaltsolution $\dot{C}o\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$, eine nicht zu concentrirte Auflösung von

Salpetersaurem Kobaltoxydul in Wasser. Befeuchtet man damit die erhitzte Probe, und bläst wieder darauf, so zeigt sich Thonerde durch eine schöne blaue, Talkerde durch rosenrothe Farbe an. Beryllerde wird hellbläulichgrau, Zirkonerde schmutzig violet, Zinkoxyd in den meisten seiner Salze nicht zu heftig geglüht und auch als Beschlag auf Kohle grün. Man knetet die gepulverte Masse zu einem Brei, streicht auf Kohle, erhitzt schwach, und setzt dann von der Solution zu. In einzelnen Fällen ist es gut bei der Hand zu haben:

Salpeter $\dot{K}\ddot{\ddot{N}}$ in dünnen Säulen um in Glasflüssen Metalloxyde auf höchste Stufe der Oxydation zu bringen, man berührt die schmelzende Perle mit einer Salpeternadel.

Doppeltschwefelsaures Kali zur Entdeckung von Lithion und Borsäure. Man pulvert das Mineral und mengt es mit 1 Theil Flußspath und $1\frac{1}{2}\dot{K}\dddot{S}^2$ mit wenig Wasser zum Teige und streicht davon auf das Oehr eines Platindrahtes. Auch Brom, Jod, Fluor ꝛc. läßt sich damit erkennen. Websky (Fresenius Ztschr. anal. Chem. IX) wendet es als Reagens und Aufschlußmittel geschwefelter Erze an.

Verglaste Borsäure zur Auffindung von Phosphorsäure. Man löst darin die Probe auf Kohle und schiebt ein feines Eisendraht hinein. Das Eisen oxydirt sich auf Kosten der Phosphorsäure, es entsteht phosphorsaures Eisenoxydul und Phosphoreisen, welch letzteres zu einer brüchigen Kugel schmilzt. Freilich dürfen in der Probe keine Bestandtheile sein, die das Eisen reduciren könnten.

Zinn in Form von Stanniolstreifen, um das Reduciren von Metalloxyden zu erleichtern, man darf die glühende Perle nur damit berühren, aber dann nicht mehr zu lange darauf blasen.

Zuletzt wachsen freilich die Hilfsmittel zu einem förmlichen Laboratorium an, denn wer möchte die Grenzen ziehen, wenn man vollends noch weiter schreitet, zur

Untersuchung auf nassem Wege.

In Beziehung auf Löslichkeit kann man dreierlei unterscheiden:

1) In Wasser lösliche Minerale, dahin gehören außer dem Steinsalz eine Menge Salze, die gewöhnlich Kunst besser darzustellen vermag als Natur, wie z. B. die Vitriole. Ja wenn sie sich auch irgendwo im Schoße der Erde einmal erzeugten, so dauerten sie wegen der Wassercirculation nicht lange. Selbst Massen, wie Steinsalz, sind vor solcher Gefahr nicht immer geschützt. Auch Sassolin und Arsenikblüthe lösen sich.

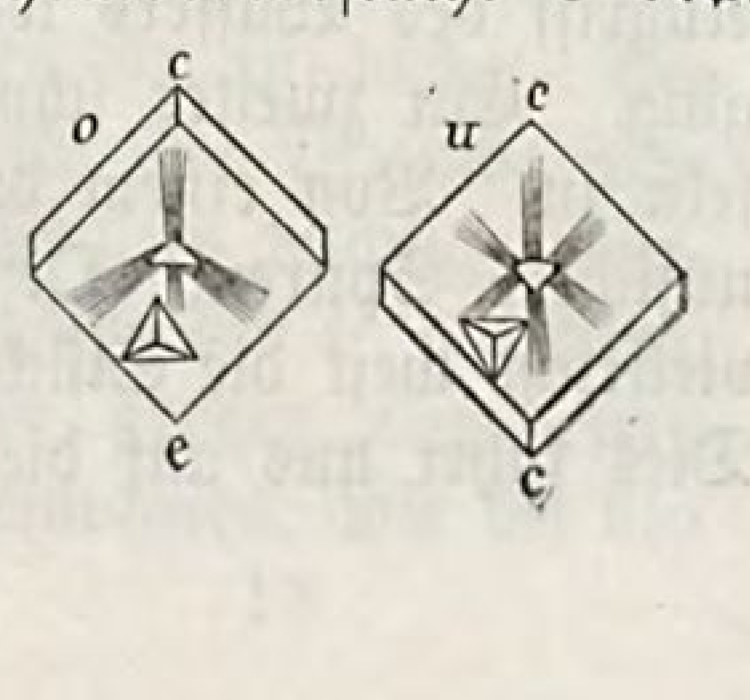
2) In Säuren lösliche. Gewöhnlich versucht man es mit Stücken, bei schwer löslichen ist aber Pulverisiren und sogar Schlämmen nothwendig, damit das Lösungsmittel möglichst viele Angriffspunkte bekomme, auch muß mit Erwärmen nachgeholfen werden. Für Erden, Eisen- und Manganverbindungen nimmt man Salzsäure. Zuweilen darf die Säure nicht concentrirt sein, wie beim Witherit. Löst sich die Sub-

stanz mit Brausen und ohne Geruch, so ist Kohlensäure darin. Bei $\dddot{M}n$ oder $\ddot{M}n$ kann aber auch Chlor frei werden. Schwefelwasserstoff gibt sich durch seinen Geruch kund, und schwärzt ein mit Bleizuckerauflösung befeuchtetes Streifchen Papier. Metallische Verbindungen lösen sich leichter in Salpetersäure. Bei manchen Silicaten findet sich nur ein Theil löslich, der Rückstand wird dann behandelt wie

3) In Säuren unlösliche. Gewöhnliche Silicate. Dieselben müssen auf Kohlen in Sodapapier pag. 189 oder besser in einem Platintiegel mittelst starkem Feuer aufgeschlossen werden. Zu dem Ende wird die Probe fein gerieben und mit dem 3—4fachen Gewicht von Kohlensaurem Kali oder Natron oder 5—6fachen von Kohlensaurem Baryt gemischt. Das Kali tritt dann an die $\ddot{Si}$, die $\ddot{C}$ entweicht unter Brausen, es entsteht ein basenreicheres Salz, was sich nun in Salzsäure aufschließen läßt. Die $\ddot{Si}$ erkennt man an der Gallertbildung, welche bei langsamem Abdampfen der Flüssigkeit entsteht. Bei Thonerdereichen Edelsteinen wird saures schwefelsaures Kali zum Aufschließen empfohlen. Es gibt übrigens Monosilicate, wie Granat, Vesuvian, Epidot, Augit, Glimmer, welche schon durch bloßes Schmelzen ein lösliches Glas geben.

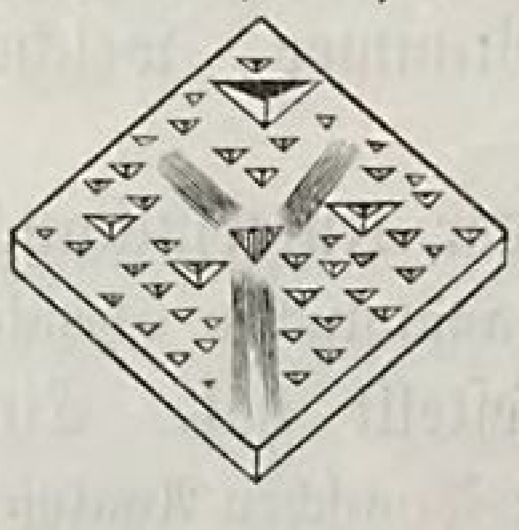
Ist das Mineral aufgeschlossen, so ist der Gang der Untersuchung der gleiche, welchen H. Rose (Ausführliches Handbuch der analytischen Chemie 1851) zuerst für die analytische Chemie überhaupt aufgestellt hat. Ein kleineres Werk schrieb Fresenius, Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse. Braunschweig 14te Auflage.

Aetzfiguren. Krystalle werden von lösenden Mitteln auf verschiedenen Flächen verschieden angegriffen, es entstehen dadurch mannigfache Figuren, die mit der Form im innigsten Zusammenhange stehen. Das Aetzen geschliffener Flächen von Meteoreisen durch Widmannstätten 1808 machte zuerst aufmerksam. Daniell (Oken's Isis 1817 pag. 745) stellte schon mit allerlei Krystallen weitläufige Versuche an, die sich sogar auf Bergkrystall und Achat mit Flußsäure erstreckten, weil er wie Spätere hoffte, damit ein Licht für die Molecularstructur aufstecken zu können. Brewster (Edinbourgh Transact. 1837 Bd. 14) gab sich besonders mit den mannigfachen **Lichtbildern** ab, welche schon nach der schwächsten Aetzung im reflectirten Kerzenlicht zum Vorschein kommen, und H. v. Kobell (Sitzb. Münch. Akad. 1862 I. 199) legte ihre Beziehung zu den Krystallformen übersichtlich dar. Bei klaren Mineralen kommen die Figuren auch im durchschimmernden Kerzenlichte zum Vorschein, wie beim **Asterismus**, worauf schon die Alten beim Korund aufmerksam waren, und der sich so ausgezeichnet beim Canadischen „Sternglimmer" beobachten läßt, wo er von eingelagerten Krystallfasern herrührt. Bepinseln wir nun eine Rhomboederfläche o vom



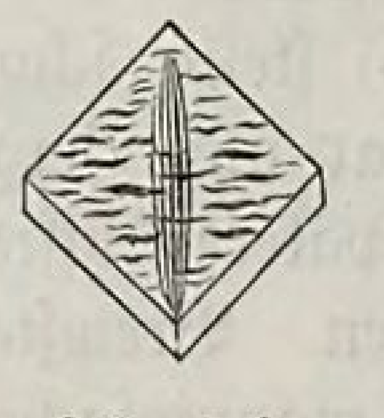
Isländischen **Doppelspath** mit Salzsäure, so entstehen darauf unendlich viel dreiseitige Vertiefungen (Dr. H. Baumhauer Pogg. Ann. 138, 563), deren Basis der Querdiagonale parallel geht, und deren Spitze sich gegen die Hauptecke c kehrt.

Denn wenn schon die Dreiecke dem Umrisse nach leicht für gleichschenklich gehalten werden könnten, so lassen doch die drei Linien in der Tiefe über die Gleichschenklichkeit nicht den geringsten Zweifel. Aus ihrer Symmetrie folgt, daß die Flächen des Kalkspathes links wie rechts aber oben anders als unten sind. Sieht man nun gegen eine brennende Kerze, so nimmt man ein dreistrahliges Lichtbild wahr, dessen oberer Arm in der schiefen Diagonale des Rhombus liegend sich gegen die Hauptecke c kehrt, während die seitlichen sich symmetrisch gegen die scharfen Zickzackkanten des Rhomboeders orientiren. Der Medianstrahl gibt sich auch noch durch einen kurzen untern Lichtbüschel als einzig zu erkennen. Dreht man das Plättchen, so daß c nach unten kommt, so folgen die Strahlen dieser Drehung mit mathematischer Bestimmtheit. Aetzen wir jetzt auch die parallele Unterseite u, und sehen durch, so gewahren wir einen sechsstrahligen Stern, der aus zwei dreiseitigen 180° gegen einander verdrehten Sternen besteht. Will man die Verschiedenheiten der drei Strahlen deutlich wahrnehmen, so muß eine Seite stark geätzt werden, dann gabelt sich

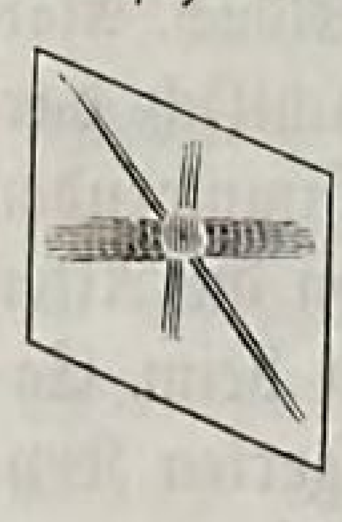


der längere, unpaarige Strahl, die kürzern paarigen grenzen sich nach außen etwas keulenförmig ab, senden aber an ihren Enden auch noch lichte Büschel ins Unbestimmte fort. Der mediane Winkel, welchen diese paarigen Arme einschließen, ist entschieden kleiner als die Winkel zu den Seiten. Geht man jedoch vom Kerzenlichte weiter fort, so wird der Medianwinkel deutlich größer, indem sich die Schenkel sichtlich nach außen bewegen, und ebenso wieder sich einander nähern, je näher man der Kerze tritt.

Bei den andern mit Kalkspath isomorphen Substanzen bringt man

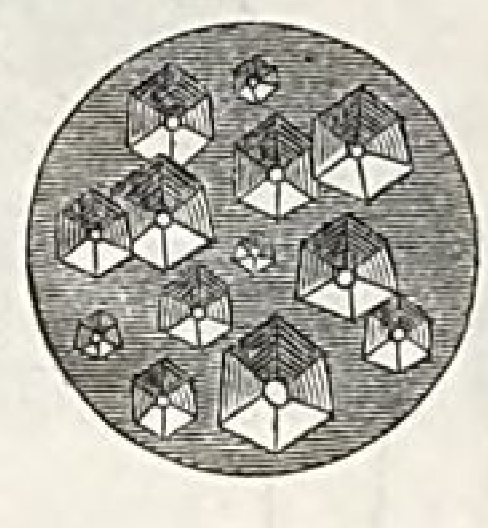


die Aetzfiguren nicht so leicht zu Stande. Am besten geeignet sind noch die klaren alpinischen **Bitterspathe** $(\dot{C}a, \dot{M}g)\ddot{C}$, durch Erwärmen in Salzsäure bilden sich zahlreiche Querfurchen parallel der längern Diagonale, und im durchfallenden Lichte bleibt nur der Medianstrahl, die Seitenstrahlen verschwinden fast gänzlich, zum Zeichen, daß die Lichtbilder mit den Gittererscheinungen übereinstimmen. Besonders klar wird das auch an den



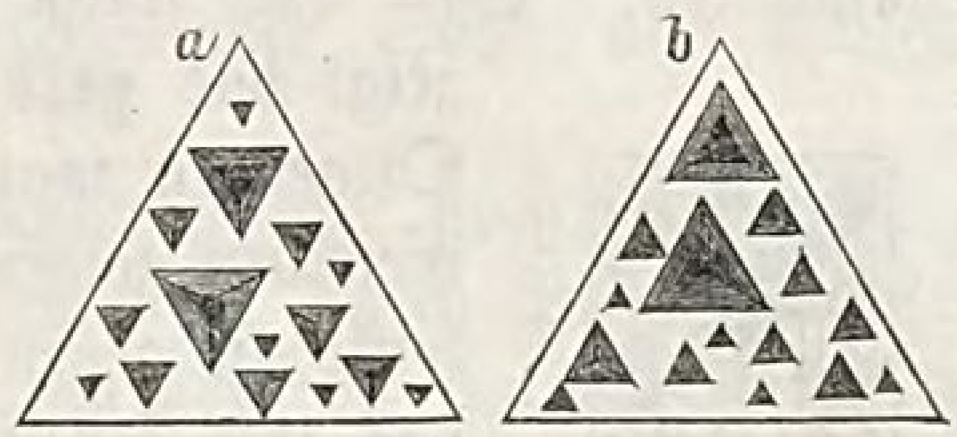
Rhomboidtafeln des **Gypses**, die man nur eine Zeitlang ins Wasser zu legen braucht, um sofort gegen ein Kerzenlicht gesehen einen dicken Strahl fast senkrecht gegen den aufrechten Muscheligen Bruch zu bekommen. Schon H. v. Kobell machte darauf aufmerksam. Deutliche Regenbogenfarben zeichnen den Lichtstreif aus, zum Beweise, daß der Angriff des Wassers leichter längs des Muscheligen Bruches von Statten ging. Ein zweiter schmalerer Strahl geht auf die schärfere Ecke der Tafeln zu. Von einem dritten gegen den fasrigen Bruch sehen wir nur unsichere Spuren. Oefter zeigen auch ungeätzte Plättchen die Erscheinung, vielleicht weil die Stücke schon draußen von Feuchtigkeit angegriffen waren. Dies führt uns auf die

Glimmer, wovon der Xanthophyllit der Schischimskischen Berge im Ural nach Prof. v. Jeremejew (Jahrb. 1871 pag. 589) so regelmäßige Vertiefungen zeigte, daß sie für Krystalle von Diamanten gehalten wurden, bis Prof. Knop (Jahrb. 1872. 785) den Irrthum aufdeckte. Schon die Bilder selbst, ihre Parallelstellung und das kreisförmige Plättchen auf der Spitze sprechen entschieden für Aetzfiguren, die ganz wohl auch im Gebirge durch langjährige Einwirkung von Säuren entstanden sein können. Bei andern Glimmern sind die Erscheinungen zwar nicht leicht so schön, doch wenn man mit Flußspath und heißer Schwefelsäure Glimmerblättchen behandelt, so kommen ähnliche Vertiefungen. H. Baumhauer (Sitzb. Münch. Akad. 1874. 245) hat beim Canadischen Sternglimmer aus der Symmetrie der Eindrücke, vorn anders als hinten und links wie rechts, sogar den Beweis genommen, daß die Tafeln zum 2 + 1gliedrigen Systeme gehören müssen. Mögen hier nun auch, da man immer starke Vergrößerungen anwenden muß, leicht Irrungen vorkommen, so leuchtet doch auch bei den Uralern der Unterschied zwischen hinten und vorn ein. Die Schlagfigur s läßt über die Lage der Symmetrieaxen keinen Zweifel.

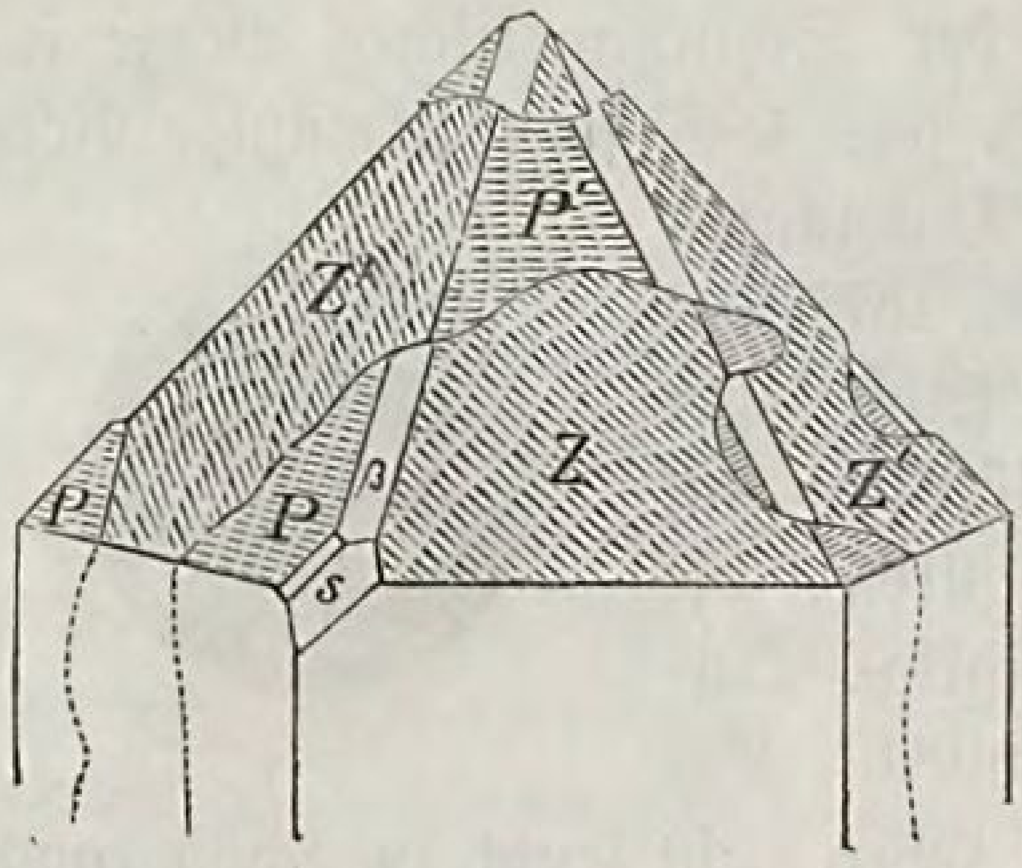




Das **Verbrennen der Diamanten** im Sauerstoff (G. Rose, Monatsber. Berl. Akad. 1872. 516) ist nach den allgemeinen Erfahrungen nichts als eine Art Aetzen, da sie von der Oberfläche aus gleichmäßig angegriffen immer kleiner werden, bis sie endlich verschwinden. Solche **gebrannten** Stücke b zeigen auf dem Blätterbruch der Oktaederflächen eine Menge kleiner vertieften gleichseitigen Dreiecke, welche dieselbe Lage wie die Oktaederdreiecke haben, mitten in der Vertiefung mit oder ohne Fläche. Die Dreiecke bilden die Basis einer nach innen dringenden hohlen dreiseitigen Ecke, die ihrer Lage nach einem Würfel oder Leucitoeder entsprechen muß, Rose meinte einer dreikantigen Ecke von a : a : ½a. Merkwürdiger Weise findet man auf **natürlichen** Oktaederflächen a schon mit der Lupe ebenfalls kleine Dreiecke, die aber grade die entgegengesetzte Stellung haben, oben statt der Ecke die Seite horizontal stellen, daher müssen die eindringenden Ecken einem Pyramidenoktaeder oder dem Granatoeder angehören. Wenn die Oktaederkante gerade abgestumpft ist, so spiegeln sie scheinbar mit diesen. Am

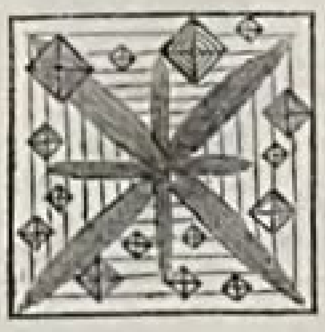


Quarz hat sich die Aetzung mit Flußsäure durch die Versuche von Leydolt (Sitzb. Wien. Akad. Math. Cl. 1855 XV. 59) besonders wichtig erwiesen. Die physikalischen Unterschiede der beiden Rhomboeder P mit horizontalen und Z mit schiefen Aetzgrübchen treten in großer Deutlichkeit hervor. Sodann zeigen sich Zwillingslinien bei Exemplaren, wie bei den



klaren von Marmoros und den ziegelrothen von Compostella, die äußerlich davon nichts vermuthen lassen. Dazu kamen nun noch besondere Aetzflächen, wie β in den Dihexaederkanten, und namentlich die Rhombenflächen $s = a : \frac{1}{2}a : a : c$ mit einer kleinen obern Trapezfläche, welche im Voraus beurtheilen ließ, ob man links- oder rechtsdrehende Krystalle vor sich habe. Selbst die einfachsten Krystalle mit Dihexaeder und Säule ließen solche complicirte Flächen hervortreten. Hatten dieselben nicht Durchscheinenheit genug, so wurden sie mit verdünnter Ochsengalle (3 Theile Wasser) bestrichen, getrocknet; sodann gute Hausenblase in Wasser gekocht und durch feine Leinwand filtrirt mit einem Pinsel aufgetragen. Nach 16 Stunden konnte man ein Häutchen abziehen, das im durchfallenden Lichte bei 1000facher Vergrößerung noch die feinsten Zeichnungen erkennen ließ.

Bei **künstlichen** Salzen, die im Wasser löslich sind, kann man die Lichterscheinungen schon mit einem Pinselstrich herbeiführen. Auf den Oktaederflächen des Alauns bekam Kobell einen Dreizack, der vom Centrum nach den Ecken strahlte, weil die kleinen vertieften Dreiecke eine Lage haben, wie auf den Blätterbrüchen ungeätzter Diamanten d. h. ihre Spitzen gegen die Oktaederkanten kehren, also umgekehrt wie bei gebrannten Diamanten. Wie klar solche Lichtbilder mit Gittern zusammenhängen, zeigt das **gelbe Blutlaugensalz**, von dessen viergliedrigen Oktaedern man sich leicht Blätter $c : \infty a : \infty a$ abspaltet: dieselben zeigen ungeätzt ein Lichtkreuz mit Strahlen, die senkrecht gegen die Seiten des Quadrates stehen; es hängt das mit Streifen zusammen, die im Innern der Krystalle parallel mit den Quadratkanten laufen; sowie man sie aber mit Wasser bepinselt, stellt sich das Lichtkreuz in die Diagonalen, wie nebenstehendes Bild zeigt, und mit der Lupe gewahrt man zahlreiche oktaedrische Grübchen, welche ihre Kanten parallel den Diagonalen stellen.



Wichtigste Reactionen.

K a l i $\dot{K}$. Violette Flamme auf Platindraht, durch dunkeles Kobaltglas zu betrachten, damit sie durch Natron und Lithion nicht verdeckt werde. Da es sich jedoch leichter verflüchtigt als $\dot{N}a$, so muß man die Probe dem Dochte zu bewegen. Durch Zusatz von Gyps oder Witherit wird das Kalisilicat aufgeschlossen, und die Färbung lebhafter. Schmilzt man Borax mit etwas Borsäure versetzt am Draht und setzt so viel Nickeloxydul hinzu, daß das Glas beim Erkalten bräunlich erscheint, so bekommt es durch Kalisalz einen blauen Schein. Platinchlorid erzeugt in neutralen und sauren Lösungen einen citronengelben krystallinischen schweren Niederschlag von Kaliumplatinchlorid.

Natron Ṅa färbt die Löthrohrflamme gelb, selbst bei Gegenwart von Kali und Lithion, allein die Flamme ist dem gewöhnlichen Lampenlicht so ähnlich, daß man sich vor Täuschung hüten muß. Auf nassem Wege suche man sich kleine Salzwürfel (NaGl) zu verschaffen.

Lithion Li färbt die Löthrohrflamme purpurroth, nur hindert das Natron. Schwaches Feuer besser als starkes. Das gepulverte Lithionsilicat mit 1 Theil CaFl und 1½ Theile K̇S̈² zu einem Teige angemacht und auf das Platinoehr gestrichen zeigt bei Lithionturmalin und Skapolith noch rothe Flamme.

Baryterde Ḃa. Schwefelsäure und alle löslichen schwefelsauren Salze (Gypssolution) erzeugen in den verdünntesten Barytlösungen sogleich einen feinen weißen Niederschlag von Schwerspath, der in Säuren und Alkalien unlöslich. Baryterde färbt die Löthrohrflamme gelblichgrün. Kieselfluorwasserstoff 3 HFl + 2 SiFl³ gibt farblose krystallinische Niederschläge von BaSiFl⁴.

Strontianerde Ṡr. Gibt mit S̈ langsamer einen Niederschlag von Cölestin, aber färbt die Löthrohrflamme sehr schön carminroth, was aber durch Kobaltglas nur anfangs sichtbar ist. Chlorstrontium löst sich in absolutem Alkohol, Chlorbaryum nicht. Gibt mit Kieselfluorwasserstoff keinen Niederschlag.

Kalkerde Ċa. Oxalsäure bringt selbst in verdünnten neutralen Kalklösungen einen weißen Niederschlag von oxalsaurem Kalk hervor. Man muß aber Ḃa und Ṡr zuvor durch schwefelsaures Kali getrennt haben. Viele Kalkerdesalze leuchten vor dem Löthrohr stark, und geben in Unschlitt getaucht gelbrothe Flammen. Zersetzen die Soda und Kalkerde bleibt auf der Kohle pag. 189.

Talkerde Ṁg wird weder durch Schwefelsäure noch Oxalsäure gefällt, wohl aber bei Gegenwart von Ammoniak durch Phosphorsaures Natron, indem sich Struvit als weißes krystallinisches Pulver ausscheidet. Kobaltsolution erzeugt öfter rothe Farbe im Feuer pag. 190. Im Funkenspectrum entspricht die Charakterlinie der Frauenhofer'schen Linie b, die aber einer Luftlinie nahe liegt, die Funken müssen daher durch Leuchtgas geleitet werden.

Thonerde Äl läßt sich in ihren Verbindungen häufig daran erkennen, daß sie mit Kobaltsolution eine schönblaue Farbe annimmt. Kali fällt aus Auflösungen der Thonerde voluminöses Thonerdehydrat, das im Ueberschuß des Fällungsmittels leicht löslich. Ammoniak oder Salmiak fällen sie wieder.

Beryllerde B̈e löst sich in großer Menge im Borax zu klarem Glase, das bei völliger Sättigung durch Flattern milchweiß wird. Kohlensaures Ammoniak fällt die Beryllerde, löst sie aber wieder im Ueberschuß zugesetzt, Thonerde dagegen nicht. Aus der verdünnten Auflösung in Kali fällt sie durchs Kochen, kann also so von der Thonerde getrennt werden.

Yttererde Ẏ und Erbiumoxyd Ė verhalten sich vor dem Löth-

rohr unter einander gleich und wie Beryllerde. Kali fällt sie, löst sie aber nicht wieder im Ueberschuß. „Erbinerde gehört zu den wenigen Stoffen, die beim Glühen in fester Gestalt schon ein discontinuirliches Spectrum geben, dessen helle Linie Nro. 11 f Frauenhofer entspricht.

Zirkonerde $\dot{Z}$ auf Kohle leuchtet stärker, als irgend ein anderer Körper, mit Kobaltsolution wird sie schmutzig violet.

Thorerde $\dot{Th}$ im Borax in geringer Menge zu klarem Glase löslich, das unter der Abkühlung milchweiß wird.

Ceroxydul $\dot{Ce}$, Lanthanoxyd $\dot{La}$, Didymoxyd $\dot{D}$ kommen meist zusammen vor, im Borax und Phosphorsalz außen rothe oder dunkelgelbe Gläser, je nach dem man mehr oder weniger zusetzt; in der innern Flamme wird die Phosphorsalzperle farblos, und die Boraxperle kann emailweiß geflattert werden.

Mangan Mn, aus alkalischen Lösungen durch HS als Schwefelmangan gefällt, färbt Boraxglas intensiv violet, was sich kalt mehr röthet, in der Reductionsflamme kann es auf Kohle (besonders auf Zusatz von Zinn) farblos geblasen werden ($\dot{Mn}$). Phosphorsalz wird nicht so stark gefärbt, und entfärbt sich in der innern Flamme leichter. Auf Platindraht oder Platinblech mit Soda zusammen geschmolzen heiß grün und durchsichtig, kalt blaugrün und undurchsichtig ($\dot{Na}\ddot{Mn}$). Die kleinsten Mengen werden so erkannt, besonders auf Zusatz von Salpeter.

Eisen Fe gibt mit Borax in der äußern Flamme dunkelrothe Gläser $\dddot{\bar{F}}e$, die kalt gelb werden, in der innern grüne $\dot{F}e$. Die Oxyde reduciren sich auf Kohle zu magnetischer Kugel (Oxyd-Oxydul). Schwefel- und Arseneisen muß vorher geröstet werden, sie geben ebenfalls eine magnetische Schlacke. $\dddot{\bar{F}}e$ wird von Kali gefällt und im Ueberschuß nicht gelöst und dadurch leicht von $\dddot{\bar{A}}l$ getrennt.

Kobalt Co gibt in beiden Flammen smalteblaue Gläser. Geringe Mengen schmelzen mit Soda zu schwach rosenrother Masse, die kalt grau wird. Arsen- und schwefelhaltige Kobalterze muß man vorher rösten. Roth sind die auf nassem Wege erzeugten Salze.

Nickel Ni stark magnetisch. Borax im Oxydationsfeuer erhält heiß violette Farbe, die unter der Abkühlung rothbraun wird ($\dot{Ni}$). Im Reductionsfeuer wird das Glas vom fein vertheilten Nickelmetall dunkel, die Theilchen ballen sich endlich, und das Glas wird klar. Nickelsalze sind grün.

Zink Zn gibt auf Kohle einen Beschlag von Zinkoxyd, heiß gelb und kalt weiß, derselbe leuchtet stark beim Glühen. Kobaltsolution färbt den Beschlag grün. Mit Borax im Oxydationsfeuer heiß eine gelbe Perle, die kalt farblos wird, aber emailartig geflattert werden kann.

Cadmium Cd ist flüchtiger als Zink, beschlägt die Kohle rothbraun in dünnen Lagen orangenfarbig, besonders wenn man das Pulver mit Soda mengt, und kurze Zeit reducirt.

Indium Jn färbt die Flamme schön blau.

Blei Pb. Reducirt sich aus vielen seiner Verbindungen schon ohne

Zusatz von Soda unter Brausen auf Kohle, und bedeckt dieselbe mit einem schwefelgelben Beschlag von Oxyd, der immer nahe der Probe liegt, und ohne zu schmelzen in rothe Mennige übergeht. Schwefelsäure gibt in den Lösungen einen weißen Niederschlag von Bleivitriol, Ammoniaksalze hindern die Fällung. Schwefelwasserstoff gibt in allen Fällen einen schwarzen Niederschlag von Schwefelblei.

Zinn Sn auf Platindraht im Oxydationsfeuer mit Soda unter Brausen zu einer unschmelzbaren Masse anschwellend, auf Kohle reducirbar, gibt einen weißen Beschlag, der sich nicht vertreiben läßt.

Wismuth Bi gibt auf Kohle einen Beschlag von Oxyd, heiß orangelb, kalt citronengelb; ohne farbigen Schein kann man ihn von einer Stelle zur andern treiben. Außerhalb des gelben befindet sich ein weißer Beschlag von kohlensaurem Wismuth. Mit Borax in der Oxydationsflamme ein opalartiges Glas.

Uran U gibt mit Phosphorsalz im Oxydationsfeuer ein gelblichgrünes Glas, im Reductionsfeuer ein rein grünes.

Kupfer Cu im Oxydationsfeuer mit Borax grünes Glas, das kalt sich ins blau zieht, im Reductionsfeuer (besonders mit Zinn) wird es farblos, nimmt aber unter der Abkühlung eine rothe Farbe an (Ċu). Auf Kohle kann das Kupfer metallisch ausgefällt und das Glas farblos werden. Die Verbindungen geben auf Kohle häufig ein Kupferkorn, und verbrennen mit grünem und blauem Lichte.

Quecksilber Hg reducirt und verflüchtigt sich leicht auf Kohle, schon im Kolben sublimiren die Erze, mit Soda oder Zinn gemischt, Metall.

Silber Ag reducirt sich aus vielen seiner Verbindungen leicht auf Kohle. Mit Borax in der Oxydationsflamme zum Theil reducirt, zum Theil macht es das Glas opalartig. Enthalten die Proben nur wenig, so wird es mit Boraxglas und Blei aufgenommen und dann auf Knochenasche im Oxydationsfeuer abgetrieben.

Platin Pt, Palladium Pd, Rhodium Rh, Iridium Ir, Ruthenium Ru, Osmium Os kommen zusammen mit gediegenem Platin oder auf dessen Lagerstätten vor. Das Osmium greift im Feuer die Augen an, gibt sich mit Salpeter vor dem Löthrohr durch seinen Gestank zu erkennen, und macht schon die Weingeistlampe leuchtend wie ölbildendes Gas.

Gold Au reducirt sich leicht, bildet aber mit Kupfer und Silber oft Legirungen, die seine Farbe etwas ändern.

Titan Ti. Das Oxyd $\ddot{Ti}$ mit Soda auf Kohle unter Brausen zum dunkelgelben Glase löslich, welches aufglüht und unter der Abkühlung krystallisirt. Mit Phosphorsalz im Reductionsfeuer gelbes Glas, das kalt schön violet, und außen wieder klar wird. Flattert man es opalisirend, so zeigt das Mikroskop Anataskrystalle darin. Bei Gegenwart von Eisen tritt das Violet erst auf Zusatz von Zinn oder besser Zink hervor.

Tantal Ta und Niobium Nb. Ihre Säuren in Borax gelöst

geben ein Glas, das nach Behandlung im Reductionsfeuer unklar geflattert werden kann. Schmilzt man die fein gepulverte Masse mit doppeltschwefelsaurem Kali, so scheiden sich bei der Behandlung im Wasser Tantal-, Niob- und Unterniobsäure aus. Das Tantal-, Niob- und Unterniobsaure Kali in Wasser gelöst' mit Salzsäure angesäuert und Gallapfeltinktur versetzt, gibt für $\ddot{\text{Ta}}$ hellgelben, $\ddot{\text{Nb}}$ orangengelben und $\ddot{\bar{\text{N}}}\text{b}$ dunkelorangenrothen Niederschlag. Niobsäure $\ddot{\text{Nb}}$ kam bis jetzt in der Natur noch nicht mit Sicherheit vor (Pogg. Ann. 1861. 113. 301).

Antimon Sb schmilzt und verdampft leicht auf Kohle und umgibt sich dabei mit weißem krystallinischem Antimonoxyd $\ddot{\text{Sb}}$. In der Glasröhre bildet sich Antimonrauch, der sich an die Röhre ansetzt, und durch Anwärmen von einer Stelle zur andern getrieben werden kann.

Arsen As verflüchtigt sich auf Kohle mit Knoblauchgeruch, und beschlägt die Kohle mit arseniger Säure. Der Beschlag ist weiß und liegt ferner von der Probe als der Antimonbeschlag.

Wolfram W. Die Wolframsäure gibt mit Phosphorsalz im Oxydationsfeuer ein gelblich Glas, im Reductionsfeuer wird es beim Abkühlen schön blau, aber Gegenwart von Eisen macht die Probe braunroth.

Molybdän Mo mit Borax im Oxydationsfeuer ein braunes Glas, mit Phosphorsalz ein grünes. Verpufft mit Salpeter auf Platinblech.

Vanadin V mit Phosphorsalz im Reductionsfeuer grünes, im Oxydationsfeuer gelbes Glas, wodurch er von Chrom unterscheidbar.

Chrom Cr gibt ein prachtvolles smaragdgrünes Glas. Mit Salpeter zusammengeschmolzen bildet sich Chromsaures Kali, was mit essigsaurem Blei einen gelben Niederschlag von chromsaurem Blei gibt.

Tellur Te schmilzt und verflüchtigt sich leicht, beschlägt die Kohle in weiter Entfernung mit telluriger Säure. Der Beschlag ist weiß, hat aber einen rothen Saum, mit der Oxydationsflamme läßt er sich von einer Stelle zur andern blasen, in der Reductionsflamme verschwindet er mit grünem Schein. Der Beschlag in offener Glasröhre ändert sich bei starkem Erhitzen zu telluriger Säure, die sich zu durchsichtigen Tröpfchen ballt. Concentrirte Schwefelsäure wird beim ersten Anwärmen schön roth gefärbt.

Sauerstoff O und Wasserstoff H geben zusammen Wasser $\dot{\bar{\text{H}}}$, was sich beim Erhitzen im Glaskolben am obern Ende als feuchter Beschlag zu erkennen gibt.

Stickstoff N kommt besonders in der Salpetersäure und im Ammoniak vor. Erstere im Kolben erhitzt gibt salpetrige Säure, leicht am Geruch erkennbar, oder verpufft in schmelzbaren Salzen auf Kohle; dieses verräth sich beim Erhitzen durch seinen Geruch besonders im Kolben mit Soda behandelt, es sublimirt sich dann kohlensaures Ammoniak, welches geröthetes Lackmuspapier bläut.

Kohle C gepulvert verpufft mit Salpeter gemischt im Feuer. Die kohlensauren Salze brausen in Salz- oder Salpetersäure. Die entweichende Kohlensäure trübt Kalkwasser. Ein Gewichtstheil Kohle erhitzt

80 Gewichtstheile Wasser von 0° auf 100°. Glühende Kohle flammt nicht, sondern die Flamme rührt von $\dot{C}$ und $\ddot{C}$ her.

Bor B. Borsäure färbt die Löthrohrflamme grün, besonders wenn die Perle mit Schwefelsäure befeuchtet wird. Bei kleinen Mengen muß man das Pulver mit Flußspath und saurem schwefelsauren Kali zu einem Teige gemischt aufs Oehr des Platindrahtes streichen. Chloride können täuschen.

Silicium Si. Kieselsäure gibt auf Kohle mit Soda eine klare Perle von Kieselsaurem Natron. Phosphorsalz kann dagegen die Kieselerde nicht lösen, sie zieht nur die Basen aus, und die Kieselerde bleibt als ein Skelet zurück, was man heiß in der Perle schwimmen sieht, wobei man jedoch öfters die Lupe zur Hand nehmen muß.

Schwefel S gibt sich beim Erhitzen häufig durch seinen Geruch nach schwefeliger Säure zu erkennen. Ein kleiner Schwefelgehalt kann durch Zusammenschmelzen mit Soda und Kieselerde erkannt werden, wobei sich die Perle gelb oder braun durch Schwefelnatrium färbt; das Pulver der Probe mit 2 Soda und 1 Borax auf Kohle im Reductionsfeuer geschmolzen und auf blankem Silber mit Wasser befeuchtet, beschlägt das Silber gelb von Schwefelsilber. Sulphate mit Soda geben im Reductionsfeuer eine Hepar von leberbraunem Schwefelnatrium.

Selen Se. Selenverbindungen auf Kohle mit der Oxydationsflamme zur Rothglühhitze gebracht und sogleich unter die Nase gehalten riechen nach verfaultem Rettig. Auf Kohle ein stahlgrauer Beschlag. In offner Glasröhre geröstet setzt sich das Selen in rother Farbe ab.

Phosphor P verbrennt schon an der Luft zu phosphoriger Säure $\ddot{P}$. Phosphorsäure färbt die Löthrohrflamme grün, besonders wenn das Salz in Schwefelsäure getaucht wird. Empfindlich ist auf nassem Wege die Reaktion mit molybdänsaurem Ammoniak.

Chlor Cl. Löst man in Phosphorsalz Kupferoxyd und setzt die Probe zu, so kommt eine Lasurblaue Flamme von Chlorkupfer. Brom zeigt dieselbe Reaktion. Chlorsalze in Salpetersäure gelöst geben mit Salpetersaurem Silber einen Niederschlag von Chlorsilber. Chloride von Alkalien und Metallen verflüchtigen sich leicht im Feuer.

Brom Br unterscheidet sich vom Chlor, wenn man seine Salze im Glaskolben mit doppelt schwefelsaurem Kali zusammenschmilzt, der Kolben füllt sich sodann mit stinkenden rothgelben Dämpfen.

Jod J mit Phosphorsalz und Kupferoxyd behandelt erzeugt eine schön grüne Farbe, mit $K\ddot{S}^2$ im Glaskolben erhitzt violette Dämpfe, die Stärkemehl blau färben. Darauf beruhen die Ozonometer, denn das Ozon der Luft oxydirt im KJ das K, und macht J frei.

Fluor Fl, das sich niemals mit Sauerstoff verbindet, greift wegen seiner starken Verwandtschaft zur Kieselerde das Glas an. Manche Glimmer und Hornblenden darf man nur in Glaskolben erhitzen, so entweicht Fluorkiesel, der durch Wasserdämpfe zersetzt einen Ring Kieselerde ablagert und Fernambukpapier strohgelb färbt. Uebergießt man die pul-

verisirte Probe im Platintiegel mit concentrirter Schwefelsäure, so wird beim Erwärmen Quarz geätzt.

Krystallbildung.

Wenn Körper aus flüssigem oder gasförmigem Zustand in festen übergehen, sondern sich ihre Atome symmetrisch, falls kein teigartiger Zwischenzustand stattfindet, wie beim Glase, und die Theile Zeit haben sich zu ordnen. Sonst entstehen amorphe Massen. Folglich sind die Krystalle chemische Produkte, welche sich im Schooße der Erde auf natürlichem Wege durch Juxtaposition der Molecule gebildet haben. Dabei nimmt es freilich oft Wunder, wie in dem Complex so vieler Zufälligkeiten sich dennoch Formen bilden konnten, die keine chemische Kunst bis jetzt auch nur annähernd nachzubilden vermag. Wer staunt nicht über die Pracht der Bergkrystalle und Feldspäthe in den Klüften der Schneealpen, über die Reinheit der Granaten, Staurolithe, Cyanite rc. mitten im Schiefer, über den Formenreichthum der Drusenräume auf Erzgängen, ja selbst in den Kalk- und Thonschlamm der jüngsten Flözgebirge fanden die schönsten Individuen von Schwefelkies, Kalkspath, Schwerspath, Cölestin rc. ihre Wege. Die Natur zeigt sich auch hier als eine Lehrmeisterin, welcher zu folgen wir kaum die ersten Spuren gefunden haben. Daher der unaufhörliche Streit und die widersprechendsten Theorien, zum Glück ist aber davon die Kenntniß der Sache bis auf einen gewissen Grad unabhängig.

1) Bei der Bildung auf nassem Wege darf nicht übersehen werden, daß im Grunde kein Stoff absolut unlöslich im Wasser ist, namentlich bei der allgemeinen Gegenwart von Kohlensäure, und daß die Krystallisation um so vollkommner vor sich gehe, je langsamer der Ausscheidungsproceß stattfindet. Masse und Zeit mit Hilfe von Wärme und Druck konnten daher Produkte liefern, die unsern beschränkten Mitteln beim ersten Anblick unglaublich erscheinen.

a) Durch einfaches Verdunsten pflegen sich die in Wasser löslichen Minerale gebildet zu haben, welche in der Erde keine sonderliche Rolle spielen, und die man künstlich häufig viel schöner machen kann. Löst man z. B. Kupfervitriol, Eisenvitriol, Alaun rc. im Wasser, und läßt es verdunsten, so schießen die Formen an. Freilich spielt dabei die Temperatur eine wichtige Rolle: Krystalle, die sich in einer Sommernacht vergrößerten, schwinden am Tage zum Theil wieder, weil das wärmere Wasser mehr löst, als das kältere. Daher ist vor allem eine gleichmäßige Wärme nöthig, und ein Keller für káltere Processe sehr geeignet. Zu dem Ende wähle man einzelne wohlgebildete Individuen aus, und lege oder hänge sie an einem Faden in die Lösung. Die liegenden muß man öfter umwenden, damit sich die Flächen alle möglichst gleichmäßig ausdehnen. Je langsamer das Wasser verdunstet, desto mehr gelingt der Prozeß; daher ein Vortheil, wenn man mit großen Massen arbeitet (chemische Fabriken). Mulder empfiehlt sehr hohe Gefässe, weil das Wachsen

auf einem herunterfallenden Strom beruhe, welcher seinen Ueberschuß auf die Krystalle absetze, und dann wieder steige. Deshalb bekomme man in flachen Gefässen viele aber kleine Krystalle. Payen (Comt. rend. 34. 518) will einen Circulirapparat.

Nimmt man einen Tropfen solcher Lösung unter das Mikroskop (Pogg. Ann. 36. 238), so entsteht plötzlich ein fester Punkt, welcher schnell wächst, ohne daß man in der Nähe des Krystalls eine Bewegung oder Trübung erkennt, seine Umrisse bleiben immer scharf, von etwaigen Atomen, die sich hinzu bewegten, ist nirgends etwas erkennbar. Doch hat Knop (Erdmanns Journ. 1847. 41. 81) gezeigt, daß bei heiß gesättigten Alaunlösungen an den Gefäßrändern die größern Oktaeder kleine als Stäubchen erscheinende anziehen, die sich aber alle parallel an einander lagern. Es kann dieß wohl nur Folge der Anziehungskraft des Größern sein. Schon der Holländer Leeuwenhoek wurde 1685 von diesem mikroskopischen Spiele gefesselt.

Die Form hängt wesentlich von der Temperatur ab, aber wie es scheint nur deshalb, weil der Krystall bei höherer Wärme genöthigt ist, weniger Krystallisationswasser aufzunehmen als bei niederer, wie das Haidinger zuerst am schwefelsauren Natron nachwies, welches schon bei 33° C. ohne Wasser krystallisirt. Mitscherlich hat dieß dann (Pogg. Ann. 11. 323) bei einer großen Menge namentlich von schwefel- und selensauren Salzen wieder erkannt. Die Krystalle setzen sich auch lieber an rauhen als glatten Flächen an, daher legt man unter Umständen Fäden, Stäbe ꝛc. hinein.

b) D u r c h L ö s u n g u n d A u s s c h e i d u n g m i t t e l s t W a h l v e r w a n d t s c h a f t sind ohne Zweifel viele Minerale entstanden. In der Erde circuliren Wasser nach allen Seiten, sie führen diejenigen Substanzen, welche sie auf ihrem Wege zur Lösung vorfinden. Wenn nun zwei oder mehrere solcher Strömungen von verschiedenen Seiten her mit verschiedenem Gehalt in einem hohlen Raume zusammen kommen, so müssen dieselben ihre Stoffe gemäß der Verwandtschaft gegenseitig austauschen. Es fällt z. B. immer auf, daß der Gyps niemals auf Gängen oder Drusenräumen eine Rolle spielt, oder wenn er vorkommt, so entschieden als secundäres Produkt durch Zersetzung von Schwefelmetallen. Und doch ist keine Lösung in den Flözformationen gewöhnlicher, als Gypswasser. Nun kann man in manchen Schichten der Juraformation keinen Ammoniten durchschlagen, der nicht in seinen Kammern krystallisirten Kalkspath $\dot{C}a\,\ddot{C}$ und Schwerspath $\dot{B}a\,\dddot{S}$ führte. Auf nassem Wege müssen die Sachen hineingeführt sein, denn sie liegen mitten im unveränderten Schlammgebirge, aber der schwefelsaure Baryt ist das unlöslichste aller Salze. Nehmen wir an, daß von einer Seite Gyps-, von anderer kohlensaure Wasser mit Baryterde kamen, so mußten diese beim Zusammenfluß Schwerspath fallen lassen; wenn Gypswasser mit Lösungen von kohlensauren Alkalien sich mischen, entsteht Kalkspath ꝛc. Bischof (Leonhard's Jahrb. 1844. 257) hat auf solche Weise die Erfüllung der Erzgänge, jener Hauptfundgrube von Krystallen, zu erklären gesucht. Fließen Bi-

carbonate von Eisen, Mangan, Talk und Kalk mit Kieselsauren Alkalien zusammen, so geht kohlensaures Alkali in Lösung fort, Quarz, Spatheisen, Manganspath, Bitterspath und Kalkspath scheiden sich aus. Da in allen Schwefelquellen sich Schwefelalkalien finden, und in diesen sich Schwefelantimon und Schwefelarsenik ꝛc. lösen, so könnte das der Weg sein, auf welchem dieselben so häufig in die Erzgänge geführt wurden.

Glücklicher Weise ist es auch gelungen, die Sache zum Theil auf künstlichem Wege nachzuweisen: Masé (Comt. rend. XXXVI. 825) machte Schwerspath, Bleivitriol ꝛc. durch doppelte Zersetzung, indem er sehr verdünnte Lösungen auf einander einwirken ließ, z. B. in Salpetersaures Blei ließ er an einem Faden langsam schwefelsaures Eisenoxydul eindringen ꝛc. Noch einfacher gelangte Drevermann (Liebig, Ann. Chem. Pharm. 1853. 87. 120) zu seinem Zweck: er brachte je ein pulverförmiges Salz (neutrales chromsaures Kali und salpetersaures Bleioxyd) auf den Boden zweier ziemlich langer Glascylinder, füllte sie sorgfältig mit Wasser, und stellte sie neben einander in ein größeres Becherglas, in welches soviel Wasser geschüttet wurde, daß dieses über beide Cylinder hinaus stand. Durch die nach oben stattfindende Diffusion war nach einigen Monaten das salpetersaure Bleioxyd in das Becherglas gelangt, und es bildeten sich am Rande des mit chromsaurem Kali gefüllten Cylinders schöne Krystalle von Rothbleierz, Melanochroit, Weißbleierz. Auf ähnliche Weise wurde Kalkspath und Aragonit (H. Rose Monatl. Akad. Wiss. 1860. 575) gemacht. Ja man hofft sogar durch Diffusion zweier Lösungen von Kiesel- und Thonerde in Kali noch Feldspath zu erhalten! Nicht so einfach ist das Verfahren von Bohl (l. c. 88. 114).

c) Auch der Einfluß schwacher Galvanischer Ströme scheint nach Becquerel's vielfachen Versuchen die Krystallisationskraft wesentlich zu unterstützen (Compt. rend. 20. 1509; 34. 29 und 573). Aus einer concentrirten Lösung von Kupfervitriol und Steinsalz, mit 3 Volumen Wasser verdünnt, worin er ein mit Platindraht umwundenes Stück Bleiglanz eintauchte, hatte sich nach 7 Jahren Chlorblei in Würfeln abgeschieden. Wenn Bleiglanz allein auf die Lösung einwirkte, so erzeugten sich große Steinsalzkrystalle, Chlorblei in Würfeln, Bleivitriol ꝛc. Zu einfachen Versuchen biegt man die Glasröhre in Uform, füllt die Biegung mit Sand, gießt die verschiedenen Flüssigkeiten in die Schenkel und verbindet sie oben mit einem Kupferdraht. In der den Chemikern wohlbekannten Zerlegungszelle von Bird (Grahams Lehrb. Chem. 1840. I. 412) kann aus einer Auflösung der Chloride von Eisen, Kupfer, Zinn, Zink, Wismuth, Antimon, Blei, Silber das Metall mit vollkommenem Metallglanze und meist schön krystallisirt ausgeschieden werden, selbst die Kieselerde erscheint aus den wässerigen Lösungen des Fluorkiesels in krystallinischen Anfängen, ja Despretz glaubt mit einer schwachen galvanischen Batterie von Platindraht kleine Diamantkrystalle erzeugt zu haben.

Bei diesen Bildungen auf nassem Wege ist nicht zu übersehen, daß unter einem höhern Druck die chemischen Prozesse anders werden können,

wie das Morlot am Dolomit nachzuweisen versucht hat. Senarmont (Ann. Chim. 1851. 32. 142) bekam aus Kiesellösungen mit einem geringen Zusatz von Salzsäure in verschlossenen Glasröhren bei Erhitzung von 200°—300° Quarzkrystalle und Daubrée (Études sur le métamorphismus 1860. p. 88) löste und krystallisirte durch überheizte Wasser Silicate verschiedenster Art.

2) Durch Sublimation entstehen in Vulkanen fortwährend noch viele Krystalle. Nicht blos einfache Stoffe wie Schwefel, Arsenik, Quecksilber, Jod ꝛc. können sich verflüchtigen, und in den Höhlen der kalten Gesteine wieder verdichten, sondern vor allen sind die so sehr verbreiteten Chlorverbindungen ins Auge zu fassen. Chlornatrium, Chlorkalium und Chlorammonium verflüchtigen sich bekanntlich in allen Vulkanen, und setzen sich in den Kratern, nicht selten in großen Mengen, krystallinisch ab. Eisenglanz und Magneteisen erscheinen nicht blos in Vulkanen, sondern in Töpferöfen und Salzsiedereien: sie sind als Chlorverbindungen verflüchtigt und dann durch heiße Wasserdämpfe zersetzt. Aehnlich könnte man aus Zinnchlorid und Titanchlorid von Zinnstein und Rutil entstanden denken. Selbst die Kieselerde wird von heißen Wasserdämpfen fortgerissen, wie der Versuch von Jeffreys beweist: derselbe ließ durch einen Fayence-Ofen eine große Menge Wasserdämpfe streichen, die am Ausgangsloch mehrere Pfunde Kieselerde in Gestalt von Schnee absetzten. Beweis dafür bildet auch die schneeweiße, seidenglänzende oder mehlartige Kieselerde (Eisenamianth) der Hochöfen (Pogg. Ann. 85. 462). Hr. Daubrée Compt. rend. 1854. XXXIX. 17. Juli) ließ Chloride dampfförmig oder rothglühend auf Basen aller Art wirken, und erzielte dadurch höchst merkwürdige Resultate: Chlorkiesel gab dihexaedrische Krystalle von Quarz! Enthielten die Basen Kali und Thonerde, so entstand sogar Feldspath; Cyanit, Granat, Beryll, Euklas, Korund ꝛc., selbst Turmalin konnten künstlich erzeugt werden, das wäre mehr als man noch vor wenigen Jahren zu erwarten wagte. Deville (Compt. rend. 1858. 46. 764) erlangte ähnliche Erfolge mit flüchtigen Fluormetallen: $AlFl^3$ auf $\ddot{B}$ gab flüchtigen BFl^3 und krystallisirte $\ddot{A}l$; so kamen besonders Edelsteine Korund, Chrysoberyll, Spinell, Zirkon in ungewöhnlicher Deutlichkeit und Farbenpracht zu Stande. Es scheinen diese Versuche gewissen Feuertheorien sehr zu statten zu kommen. Ja man macht sich sogar mit den Gedanken vertraut, daß z. B. kleine Augite auf den Eisenglanztafeln von Plaidt in der Eifel nur durch Sublimation gerathen sein möchten.

3) Durch Schmelzung lassen sich mit Leichtigkeit viele Stoffe krystallinisch darstellen. Schon längst bekannt ist das Verfahren beim gediegenen Schwefel und gereinigtem Wismuth: man schmilzt wo möglich größere Mengen, und läßt sie langsam erkalten, es setzt sich sofort die Masse ringsum krystallinisch ab. Wird dann die Decke durchgestoßen, das noch Flüssige abgegossen, so kommt beim Wismuth eine prachtvolle Druse, beim Schwefel ein zelliges Gewebe.

Manroß (Liebigs Ann. Pharm. 82. 348) schmolz 12 Theile schwefelsaures

Kali mit 52 Chlorbaryum zusammen, und bekam so Krystalle von Schwerspath, ebenso konnte er Cölestin und dreifachblättrigen Anhydrit erzeugen; Wolframsaures Natron mit Chlorcalcium oder Chlorblei gaben Krystalle von Tungstein und Scheelbleierz; Molybdänsaures Natron mit Chlorblei die schönsten durchsichtigen 2 mm großen Tafeln von Gelbbleierz ꝛc. Erzeugung gewisser Krystalle gelingt besonders durch einen Zusatz von Kochsalz.

Ingenieus ist das Verfahren von Ebelmen (Compt. rendus 1851. XXXII 330): derselbe wählte Borax als Lösungsmittel, und setzte die Masse wochen- ja monatelang dem Feuer des Porzellanofens aus, der Borax verflüchtigt sich dann zum großen Theil, und die unverflüchtbare Masse bleibt krystallisirt zurück. So konnte er die werthvollsten Edelsteine, Korund und Sapphir, Spinell, Chrysoberyll ꝛc. in meßbaren Krystallen darstellen.

Durch diese und andere Mittel ist der Chemiker im Stande, immer mehr Licht über Krystallbildung zu verbreiten, und mag er auch bis jetzt nur geringe Nachahmungen zeigen, so könnte doch vielleicht dereinst die Zeit kommen, wo die Natur in den meisten Formen von der Kunst erreicht, ja übertroffen würde. Dann wird man zwischen Mineralien und Chemikalien keine so bedeutende Scheidewand mehr ziehen wollen, als Mancher bis jetzt noch zu meinen scheint. Auch das

Fortwachsen der Krystalle bietet manche interessante Erscheinungen. Bei Quarz, Kalkspath, Schwerspath ꝛc. findet man oftmals eine Anlagerung neuer Substanz auf alten verwitterten Ecken. Lösliche Salze an Ecken oder Kanten verstümmelt heilen in ihre Mutterlauge gelegt wieder, es findet dabei an verletzten Stellen eine besondere Thätigkeit statt. Alaun eignet sich dazu vorzüglich (Jordan, Müller's Archiv 1842. 46.). Pasteur (Pogg. Ann. 1857. 100. 157) zeigte es am doppelt apfelsauren Ammoniak, wobei er es in der Hand hatte hemiedrische und holoedrische Flächen zu bekommen. Bei isomorphen Lösungen kann man sogar die Krystalle in verschiedenen Schichten aufbauen, den Kalialaun mit Chromalaun überfangen. Nach Hr. v. Hauer (Jahrb. geol. Reichsanst. 1859. Verhandl. 184) eignen sich besonders die schwefelsauren Doppelsalze der Magnesiumgruppe dazu, die „Reihenfolge, in welcher diese Ueberbildungen Statt finden können, hängt von dem relativen Löslichkeitsgrade ab.“ Es kann dabei die Schwefelsäure durch Selensäure, selbst Chromsäure ersetzt werden. Solche „Episomorphie“ wäre auch bei Mineralen denkbar. Wenn die Heteromerie pag. 180 begründet wäre, so sollte man auch verschiedene Substanzen derselben Form übereinander ablagern können, wie das reguläre System Beispiele bietet, allein das ließ sich bisher nicht erzielen. Hr. Dr. Scharff (aus der Naturgeschichte der Krystalle 1855) schreibt der Krystallbildung sogar gewisse Lebenskraft zu, nimmt ein theilweises Wachsen von Innen nach Außen an: junge Krystalle glänzen frisch, alte erscheinen wie abgestorben, die Tafeln des Schwerspaths gruppiren sich sogar mit „einem gewissen Selbstgefühl“: Ausdrücke, die wir dem sinnigen Betrachter nicht verargen wollen. Knop (Molecularconstitution und Wachsthum der Kry-

stalle 1867) und Hirschwald (N. Jahrb. Min. 1870. 188) haben auch den „Krystallgerippen" besondere Aufmerksamkeit gewidmet, und darin verschiedene „Wachsthumsgesetze" finden wollen. Die

Ausbildung der Formen zeigt sich im Gebirge und an Handstücken sehr verschieden. Zu den vollkommensten gehören die eingesprengten Krystalle. Sie liegen in einer nachgiebigen Grundmasse, in welcher sie ringsum wachsen konnten. Zerschlägt man diese oder verwittert sie, so fallen die Individuen heraus. Die sogenannten porphyrischen Granite mit den grauen Feldspäthen, welche in allen Granitgebirgen eine so wichtige Rolle spielen; der Gyps mit den rothen Quarzen von Spanien oder mit den Boraciten von Lüneburg; die alten Laven vom Vesuv voller Leucite liefern gute Beispiele. In den Alpen zeichnen sich besonders die Talk- und Chloritschiefer mit Granaten, Magneteisen, Staurolith, Turmalin 2c. aus. So oft ein Krystall ringsum gebildet ist und keine Ansatzstelle zeigt, muß er in einem Muttergestein seine Ausbildung erlangt haben. Die ältern Mineralogen, unter ihnen Linné, legten auf diese Erscheinung ein übergroßes Gewicht, sie betrachteten die Gebirge geradezu als die Mütter (matres), welche von den männlichen Salzen (patres) befruchtet wären. Man kann die Sache auch künstlich nachbilden: eine Alaunlösung mit Thon gemischt ist nachgiebig genug, um die Ausbildung der Oktaeder in ihrem ganzen Umfange nicht zu stören.

Krystalldrusen setzen sich dagegen in Höhlen und Spalten des Muttergesteins ab. Sie haben gewöhnlich eine Unterlage, die aus gleicher Substanz wie der Krystall besteht, gleichsam eine Wurzel, worauf die Individuen frei auswuchsen. Das ansitzende Ende kann daher gar nicht oder doch unvollkommener ausgebildet sein, als die freie Spitze. Die Bergkrystalle in den Alpen und die vielen Krystallisationen auf Erzgängen sind zu bekannt, als daß wir darüber viel sagen dürften. Zuweilen kann der Ansatzpunkt so unbedeutend sein, daß man Mühe hat ihn zu finden, wie einzelne Bleiglanz- und Bournonitkrystalle von Neudorf auf dem Unterharz, oder Adulare in dem Alpengebirge. Aber schon die Reinheit ihrer Oberfläche deutet die Bildung im freien Raume entschieden an. Es war das oft nicht ohne Einfluß auf die Form. So findet man z. B. die Feldspäthe des Bavenoer Gesetzes immer auf Drusen, die des Karlsbader stets eingesprengt; die Titanite in Drusen neigen zur Zwillingsbildung, bei den eingesprengten im Syenit findet sich nie ein solcher Zwilling.

Gestörte Bildung findet Statt bei eingesprengten, wenn die Mutter nicht nachgiebig genug war, bei Drusen, wenn es an hohlem Raum fehlte. Die Krystalle konnten dann zwar nicht zur gehörigen äußern Ausbildung kommen, allein die innere Structur hat darunter nicht gelitten, wie man das besonders deutlich an späthigen Mineralen erkennt, man sagt die Masse ist krystallinisch. Hauptsächlich gibt es zweierlei: das körnige und strahlige. Für das körnige bietet Cararischer Marmor, Dolomit, Magneteisenstein, Granit 2c. die schönsten Beispiele. Es haben sich die zahllosen Individuen so gedrängt, daß jedes dem andern

den Platz streitig macht, und da es gänzlich am Muttergestein fehlt, so konnte keines zur Form gelangen, obgleich alle krystallinisch wurden. Endlich werden die Körner so klein, daß die Frage entsteht, ob man die Masse noch krystallinisch ansehen solle oder nicht. Wenn das Körnige dem Eingesprengten entspricht, so das Strahlige der Drusenform. Die Krystalle drängten sich in ihrem Streben nach freier Ausbildung so, daß sie sich gegenseitig der Länge nach drückten: der strahlige Kalkspath in Spalten der Kalkgebirge, die strahligen Quarze und Gypse in Gangtrümmern, viele Zeolithe 2c. erläutern das Gesagte. Endlich werden die Strahlen zur feinsten Faser. Mit dem Fasrigen ist gar häufig eine halbkugelförmig gekrümmte Oberfläche verbunden, gegen welche die Fasern vom Centrum aus senkrecht strahlen. Unter den Eisenerzen zeigen der braune und rothe Glaskopf treffliche Beispiele. Kleinere Rundflächen nannte Werner traubig, größere nierenförmig. Es ist in dieser Glaskopfstructur, sowie in dem Fasrigen überhaupt ein letztes Verkümmern der Krystallbildung gar nicht zu verkennen, die dann durch zahllose Uebergänge von kugeligen, knolligen, garbenförmigen, rosettenförmigen und anders verkommenen Krystallhaufen sich an das deutlich Krystallinische anschließen.

Bei Metallen und Erzen, welche in Dendriten, Blechen, zahn- und drahtförmig, in Platten und Klumpen anschießen, kann die Entscheidung, ob krystallinisch oder unkrystallinisch, öfter unmöglich werden. Werner war in Beschreibung aller dieser zufälligen äußern Gestalten sehr genau, indessen ergeben sie sich bei Beschreibung des Einzelnen so unmittelbar, daß wir darüber uns nicht weitläufig auszusprechen haben.

Afterkrystalle (Pseudomorphosen).

Werner unterschied abgedrückte und incrustirte, welchen Breithaupt (Ueber die Aechtheit der Krystalle 1818) noch die metamorphischen hinzufügte, wozu besonders Brauneisenstein nach Schwefelkies und Speckstein nach Quarz den Anstoß gaben. Nehmen wir die incrustirten nur mit Vorsicht auf, so zerfallen die Dinge hauptsächlich in zwei wesentlich verschiedene Klassen: in chemisch veränderte und mechanisch erfüllte Formen. Da nun aber der Erfüllung stets eine chemische Zerstörung vorausgehen muß, so sind Mittelformen nothwendig (Epochen der Natur pag. 101).

Die Veränderung kann bei dimorphen Körpern zunächst ein einfaches „Absterben“ sein, wobei weder Stoff zu- noch wegkommt, die Atome gruppiren sich blos anders (Paramorphose). Leicht kann man es bei amorphem Zucker (Bonbon) beobachten, derselbe wird nach wenigen Wochen strahlig und bröcklig, die Strahlen gehen von außen nach innen, werden also in der Mitte getrennt. Aehnlich die arsenichte Säure. Die Krystalle des durch Schmelzen erhaltenen 2 + 1gliedrigen Schwefels trüben sich beim Stehen schnell, weil sie bei gewöhnlicher Temperatur in die 2gliedrige Sublimationsform übergehen. Ebenso verändert sich das 2gliedrige schwefelsaure und selensaure Nickeloxyd am Licht in lauter kleine

Quadratoktaeder. Das gelbe Quecksilberjodid wird durch Berührung roth. Im Basalte von Schlackenwerth in Böhmen kommen Aragonite vor, die den Blätterbruch des Kalkspaths zeigen.

Gewöhnlicher ist ein Verlust an Stoff: haben die Minerale Wasser, so geben sie leicht einen Theil dieses Wassers ab, und trüben sich. So sind z. B. die Zeolithe wasserhell, allein ein geringerer Wasserverlust macht sie schneeweiß. Laumonit zerfällt zu Mehl. Eine Menge künstlicher Krystalle werden durch Wasserverlust unbrauchbar. Die Tagewasser laugen die Salze aus: so sind wenige Feldspäthe frisch und wohl erhalten, sie haben meist eine Trübung in Folge von Verlust des am leichtesten löslichen Kalisalzes, endlich zerfallen sie ganz zu Mehl (Porzellanerde). Einer der extremsten Fälle ist der, wo Rothgülden in Glaserz verwandelt wird, wie Marx ein Beispiel von der Grube „Junger Lazarus" bei Marienberg, Blum von der Grube Churprinz bei Freiberg anführt, doch scheint dieß schon kein reiner Fall mehr zu sein.

Veränderung durch Aufnahme von Stoffen zeigt sich vortrefflich beim Anhydrit, der durch Verbindung mit Wasser zu Gyps wird. Gediegene Metalle können sich leicht oxydiren, wie Kupfer zu Kupferoxydul, und dieß kann dann weiter zum Malachit fortschreiten, wie so häufig bei den Kupfermassen im Ural geschieht. Der Martit von Brasilien scheint nichts weiter als Magneteisen zu sein, das durch Aufnahme von Sauerstoff zu Eisenoxyd ward. Eisenglanz wird leicht zu Brauneisenstein, die Manganerze haben meist eine Tendenz mehr Sauerstoff aufzunehmen. Wenn Bleivitriol die Stelle von Bleiglanz einnimmt, so scheint dieß zunächst nur eine einfache Aufnahme von Sauerstoff zu sein, die freilich nicht unvermittelt vor sich gehen konnte.

Ein Austausch von Stoffen fand am häufigsten Statt. Kann auch der Weg der Veränderung nicht immer sicher ermittelt, so doch häufig eine Möglichkeit construirt werden. Bei zu heterogenen Stoffen ist es gerathener, die Sache für mechanische Erfüllung zu halten. Außerordentlich häufig findet man Schwefelkieskrystalle in Brauneisenstein verwandelt. Das Doppelschwefeleisen $Fe\,S^2$ verwandelt sich dabei immer erst in Eisenvitriol $\dot{F}e\dddot{S} + 6\,\dot{H}$; Fe wird dann zu $\ddot{F}e$, wie das so häufig bei Vitriollösungen geschieht. Eisenoxyd ist aber eine schwächere Basis als Oxydul, kann daher durch Kalk leicht seiner Schwefelsäure beraubt werden, wodurch dann $\ddot{F}e\,\dot{H}$ = Brauneisenstein entsteht. Besonders leicht verwandelt sich auch Spatheisenstein $\dot{F}e\ddot{C}$ an der bloßen Atmosphäre zu $\ddot{F}e\,\dot{H}$, die Lösungskraft des Wassers scheint hier allein das gelöste kohlensaure Eisen zur höhern Oxydation zu disponiren. Die verschiedenen Manganerze, besonders $\ddot{M}n\,\dot{H}$, sind immer zu höhern Oxydationen auf Kosten des Wassers geneigt. Complicirter werden die Verhältnisse schon bei Verwandlung des Olivins $\dot{M}g^3\,\ddot{S}i$ in Serpentin $\dot{M}g^9\,\ddot{S}i^4\,\dot{H}^6$, und doch kann diese Veränderung nicht mehr geläugnet werden, denn wie sollte ein so normal amorpher Körper, wie Serpentin die Fähigkeit zum Krystallisiren erlangt haben. Bei Vergleichung der Formeln sieht man leicht,

daß 4 Atome Olivin = $\dot{M}g^{12}\dddot{S}^4$ zu Serpentin werden können, wenn dazu 6 $\dot{H}$ treten, und 3 $\dot{M}g$ ausgeschieden werden, die als $\dot{M}g\ddot{C}$ sich zwischen den Afterkrystallen abgesetzt haben. Wasserdämpfe reichen also zur Verwandlung hin, aber trotz der Einfachheit ist dieser Weg wohl nicht eher bewiesen, als bis Versuche ihn nachgeahmt haben werden. Die kieselsaure Magnesia spielt überhaupt eine große Rolle bei der Afterbildung. Da sie unter den alkalischen Erden die am schwersten lösliche ist, so wurde sie überall fallen gelassen, wo die Wasser andere Stoffe aufzunehmen Gelegenheit hatten. Bei Göpfersgrün ist selbst der Quarz verschwunden, und Speckstein an die Stelle der deutlichen Krystalle getreten. Noch auffälliger als alles dieses ist jedoch in vielen Fällen

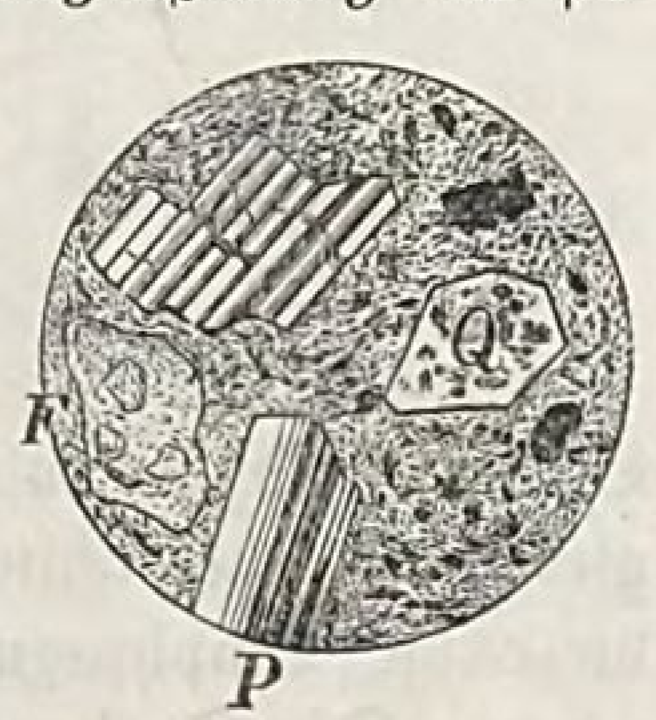
Die mechanische Ausfüllung (Pleromorphose). Der aus Hornstein bestehende Haytorit kommt in einer Schönheit und Größe vor, die Verwunderung erregt, seine Form ist die des Datoliths, und da auf denselben Gängen zugleich Kalkspath und andere Minerale in Hornstein verändert waren, so kann man hier kaum an einen chemischen Austausch mehr denken. Auch auf sächsischen Gängen (Schneeberg) stecken glattflächige Kalkspathafterkrystalle unter einer rauhen Kruste. Hier wurde offenbar durch Umhüllung des ursprünglichen Krystalles eine Form gebildet, welche die später folgende Kieselsubstanz mechanisch ausfüllte. In ähnlicher Weise füllt bei Ilmenau das Graumanganerz $\ddot{M}n$, oder im Uebergangskalk von Sundwig Quarz und Rotheisenstein die Formen von Dreikantnern des Kalkspaths. Am letztern Orte kann man die Formen, welche ausgefüllt wurden, noch abheben. Fremdartige Ueberzüge auf Krystallen sind auf Gängen eine so gewöhnliche Erscheinung, daß auf diese Weise Matrizen von den verschiedensten Krystallformen erzeugt werden konnten; man hat sie sogar Umhüllungspseudomorphosen (Perimorphosen) genannt, was nicht passend ist. Sind es dünne Hüllen, so zeigen sie freilich die Form des unterstützenden Krystalls, wie z. B. kleine Braunspathrhomboeder häufig die Oberfläche großer Dreikantner von Kalkspath decken. Manchmal scheint die Hülle auch Folge der Zersetzung zu sein, wie z. B. die Kupferkiesschicht über dem Fahlerz von Zellerfeld angesehen werden könnte; das sind aber Ausnahmen. Uebrigens kommt häufig die Verlegenheit, ob man eine Bildung als mechanische oder chemische Ausfüllung ansehen soll. Könnten die Zinnsteinkörner in den Feldspathen von Cornwall nicht gar zu sicher von dem beigemischten Quarz unterschieden werden, zwischen welchen das Erz eindrang, so würde man hier eine Vermischung beider Gesetze vermuthen. Andererseits muß man wieder die Sicherheit bewundern, mit welcher Formen selbst der löslichsten Substanzen sich ausfüllten. Einzig in dieser Art ist der sogenannte krystallisirte Sandstein auf der Unterseite der Sandsteinplatten und Steinmergel des Keuper, jene bekannten Würfel mit ihren eingedrückten Seiten sind ohne Zweifel Steinsalz gewesen, aber wie konnte in einem Schlamme die Ausfüllung mit solcher Bestimmtheit vollendet werden? (Epochen der Natur pag. 109.) Etwas sehr Auffallendes haben die

Kernkrystalle (Leonhard's Jahrb. 1860. 350) aus dem Marmor von Arendal, woran nicht selten papierdünne frische Granathüllen von der Form des Granatoeders ein Durcheinander von Marmor, Quarz, Epidot, Skapolith 2c. umhüllen.

Das Mikroskop,

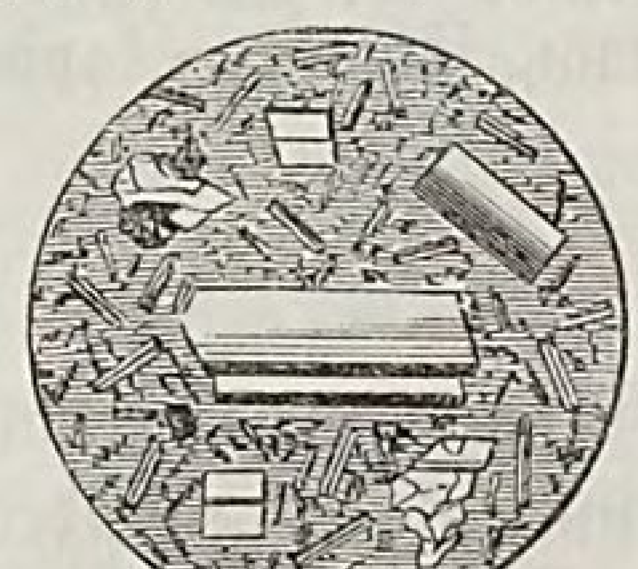
welches auf dem organischen Gebiete so große Eroberungen gemacht hat, wird seit Brewster auch mit Erfolg auf Mineralieneinschlüsse angewendet. Um bei Felsen kleinere Gemengtheile zu erkennen, pulverisirte und schlemmte Cordier (Ann. Chim. Phys. 1816 III. 285) das Gestein, aber erst die Idee der Dünnschliffe, worauf Nicol (Bronn's N. Jahrb. 1833. 456) verfiel, und die durch den Optiker Pritchard (Jahrb. 1842. 153) in den Handel kamen, eröffneten die bessere Bahn. Anfangs wurden hauptsächlich Kieselhölzer und Knochen untersucht, bis Sorby in Sheffield (Quart. Journ. Geol. Soc. 1851. VII. 1) die Aufmerksamkeit auch auf Gesteine und Minerale lenkte. Ganz besondere Schärfe bekommen die Bilder im polarisirten Lichte: ein Nicol unter dem Präparat, und ein zweiter über dem Objectiv oder Ocular, aber dann mit kleinerem Gesichtsfelde, läßt die Doppelbrechenden Mittel in den herrlichsten Farben erscheinen, nur was zufällig senkrecht gegen die optischen Axen geschliffen ist, ändert wie die amorphen und regulären Körper nicht. Auf dunkelm Grund bei gekreuzten Nicoln treten die Farben am prächtigsten hervor, durch die Drehung des Analyseur um 90° schlagen sie aber in die Complementärfarben um. Außerdem haben die Dicke der Substanzen und ihre Schwingungsebenen noch den wesentlichsten Einfluß: dreht man das Präparat horizontal, so ändert sich die Farbe allmählig, und wird am brillantesten, wenn die Schwingungsebene 45° mit der des Nicol macht. Auch auf die Neutonianischen Farbenringe, welche sich an der Grenze zweier verschieden brechender Mittel erzeugen, muß geachtet werden.

Die richtige Mineralbestimmung unterm Mikroskop, sowohl im gewöhnlichen als polarisirten Lichte, ist jedenfalls viel schwieriger, als mit unbewaffnetem Auge, allein wo dies nicht hinreicht, geben die vergrößerten Schliffe noch wichtige Erkennungsmittel, namentlich für Felsen und Krystalleinschlüsse. Im **Granit** und Porphyr hat man gewöhnlich seine Noth die **eingliedrigen** Feldspäthe zu erkennen, mäßige Vergrößerung im polarisirten Licht gibt sogleich Aufklärung, wie beistehender Porphyr von Wurzen an der Mulde zeigt: in der unsichern Grundmasse erkennt das bloße Auge zwar schon die dunkeln Glimmerflecke, allein die Plagioklase P geben sich erst durch die farbigen Streifen im polarisirten Lichte zu erkennen. Gleichmäßig aber brillant sind die Farben des Quarzes, denen fast nie die dunkeln Punkte von Hohlräumen mit Flüssigkeit fehlen. Der Feldspath F hat gewöhnlich etwas Trübes und Flockiges, besonders in Graniten und Gneusen.

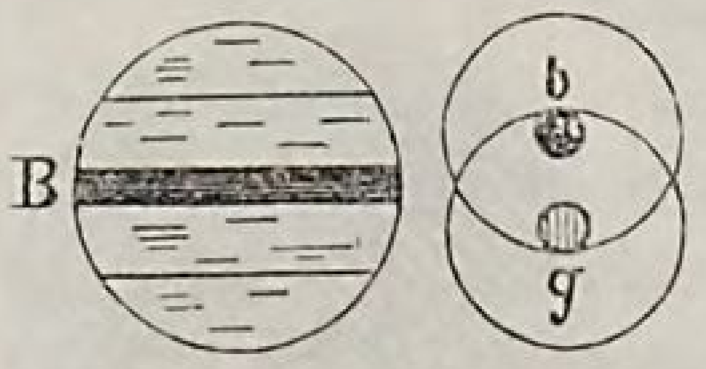


P

Das berühmte Gestein vom Weisselberge bei St. Wendel in der Pfalz im Schimmer einem schwarzen Pechstein gleichend, aber mit Mandeln von Regenbogen-Achat, wird gewöhnlich **Melaphyr** genannt: die Hauptmasse zeichnet sich durch eine Menge kleiner Stäbchen (Microlithe) aus, die auf das Licht weniger einwirken als ächter Plagioklas, und daher als Glas gedeutet werden, obwohl die oblongen Täfelchen in der Mitte mit einem dunkeln Schatten lebhaft an Krystalle erinnern. Zwischen diesen Stäbchen liegt noch eine bräunliche Masse, welche sich mit der Hartnack'schen Immersionslinse Nro. 9 in regellose Pünktchen auflöst, und die eigentliche glasige Grundmasse bildet. Weder bloßes Auge noch Lupe nimmt davon die geringste Spur wahr. Deutlicher treten zwar die weißen Krystalle durch ihre Größe hervor, allein über den Bau, welcher in den Schliffen durch seine Streifen sich sofort als Plagioklas zu erkennen gibt, kann man kaum mehr als vermuthen. Die viereckigen Schliffflächen zeigen gewöhnlich eine lichte und eine dunkele Hälfte, was auf Vierlinge nach dem Karlsbader Gesetz hinzudeuten scheint. Die schwarzen Flecke sind Magneteisen, und zerklüftete Platten Olivin o.



Apatit, der die Böden so fruchtbar macht, fehlt fast keinem Vulkanischen Gestein, und läßt sich an seinen schlanken Nadeln mit sechsseitigem Querschnitt erkennen, während Nephelin kürzere und plumpere Säulen zu haben pflegt. Hornblende und Augit verrathen sich meist durch braune oder grüne Farbe. Die Hornblende ist nicht blos fasriger als Augit, sondern auch stark dichroitisch, was man nach Tschermak (Sitzb. Wien. Akad. 1869 Bd. 60. ı pag. 5) mit dem untern Nicol erkennt, den man stecken läßt, während der obere weggenommen wird. Man braucht nun aber den Nicol nicht zu drehen, sondern dreht viel bequemer das Präparat, wobei dann die Hornblendeblättchen ihre Farbe ändern, und zuweilen ganz dunkel werden. Zu dem Ende ist es gut, den Nicol symmetrisch zu stellen, so daß seine Polarisationsebene mit der Medianebene des Instruments zusammen fällt. Drehe ich nun die Hornblendesäule mit ihrer Axe c in die Medianebene, so ist sie dunkel. Ganz vortrefflich zum Studium ist der blaugrüne Pennin, welcher längs der Axe geschnitten prachtvoll gelb durchscheint: das Gelb g kommt, sobald die Axe c median liegt, quer stellt sich das Blaugrün b wieder ein. Will ich beide Farben nebeneinander vergleichen, so nehme ich den Nicol heraus, stelle das Dichroskop median auf das Ocular, und schraube etwas hinab. Eine brillante Erscheinung, und zugleich die lehrreichste Anwendung des Dichroskops; man kann dabei das viereckige Diaphragma weglassen, oder auch blos durch einen Kalkspath sehen. Die Farben sind viel lebendiger, als wenn man blos direct betrachtet. Da man nun bei starker Vergrößerung die kleinsten Partikeln

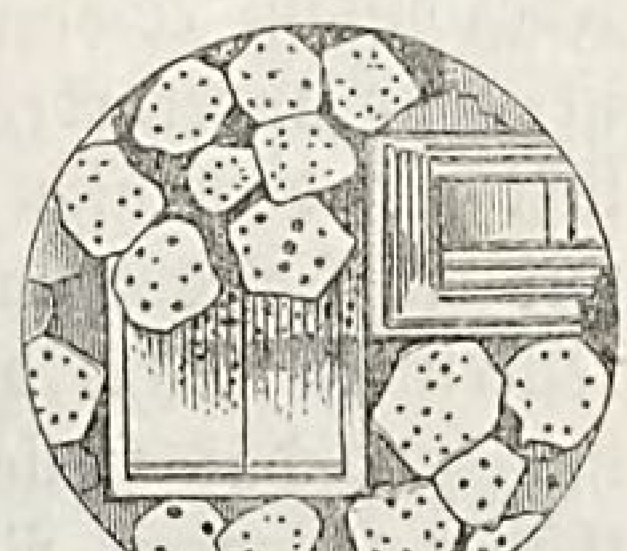


fixiren kann, so darf man die Prüfung mit dem Dichroskop nie unterlassen. Merkwürdig treten an unserm Schliff zwischen das Gelb blaugrüne Streifen B, welche Zwillingslamellen sein dürften. Die andern schmalen Querstriche rühren vom Blätterbruch her. Dazwischen liegen aber noch zahlreiche kurze Querstriche, die lebhaft an Striche wie vom Mikrometer erinnern, und deutlicher hervortreten, wenn man den untern Nicol einschiebt.

Olivin erscheint gewöhnlich rißig, zahllose verzweigte Röhrchen dringen vom Rande aus ins Innere, welche den Zersetzungsprozeß zu Serpentin beginnen, wie unser Stück vom Eisenrüttel bei Dottingen westlich Münsingen zeigt. Zittel gibt sogar in den Hohlräumen flüssige Kohlensäure an, doch sind die Räume klein, aber in großer Zahl vorhanden, Züge bildend, wie der Zug b zeigt, der schief ins Innere dringt. Bei stärkerer Vergrößerung erscheinen viele schwarze Punkte von Magneteisen, und eigenthümlich gefingerte Flecke, so licht wie seine Farbe, wodurch wir ihn namentlich in Dünnschliffen leicht von andern grünen Begleitern unterscheiden. Lichter ist jedoch noch der Quarz, welcher zumal im Granit sich durch eine Masse von Hohlräumen unterscheidet. Eine der schönsten Eroberungen hat das Mikroskop am

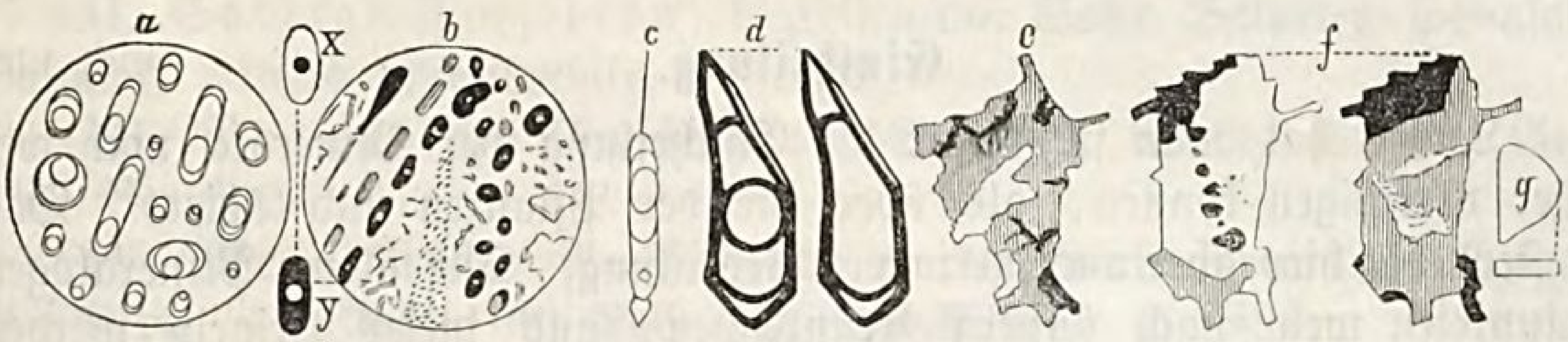


Leucit gemacht. Fast keiner der runden Krystalle ist frei von dunkelen Einschlüssen, wie man sie längst mit bloßem Auge bei den Krystallen von Borghetto beobachtete. Ich fand in alten Sammlungen ein graues Gestein mit weißen kugeligen Zeolithen auf großen Drusenräumen »Gismondin ou Abracite globulaire blanchatre de Schizzanello près de Rome«. Herr Rechtsconsulent Hahn machte davon einen Dünnschliff, und nun zeigte sich nichts als klare Leucite, kein einziger ohne die charakteristischen dunkeln Kügelchen, deren beim Heraufschrauben immer wieder andere zum Vorschein kommen. Der Selce Romano vom Capo di Bove stimmt damit vollkommen überein. Einzelne große klare Krystalle sind dennoch mit winzigen Kügelchen übersät, und im polarisirten Lichte erscheint bei gekreuzten Nicoln ein eigenthümliches helles und dunkeles Gitterwerk, wie es Zirkel (Mikroskop. Beschaff. Min. 1873 pag. 152) so markirt zeichnete. Wenn sie einem Stück angehören, bemerkt man nur rechtwinkliche Streifung, aber bald breiter bald schmäler. Da die Schatten sehr lebhaft sind, so kann man mit ihnen am schärfsten den Moment treffen, wo sich die Polarisationsebenen des Nicol genau kreuzen. Ganz besonders scharf bei hellem Kerzenlichte, aber das Gitterwerk schwindet bei der Drehung im Kreise vier Mal, und kehrt vier Mal wieder. Die kleinen zeigen kein solch Getäfel, sondern nur schwarze Flecke, wovon die größern im Centrum mit einer lichten Stelle für Gasbläschen gehalten werden.



Sorby (Quart. Journ. geol. Soc. 1858 XIV pag. 453) unterschied zuerst Fluid-, Gas-, Vapour-, Stone- und Glass-cavities, ging bis auf 2000fache Vergrößerung, um darauf seine Schlüsse über die Bildung zu gründen. Die

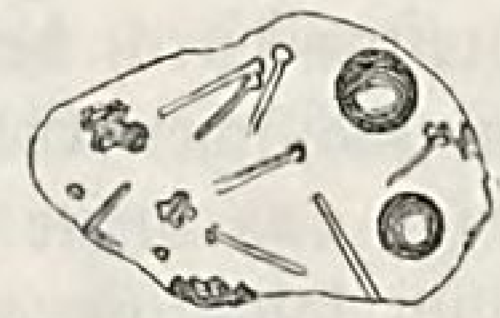
Flüssigkeitsporen in den Brasilianischen Topasgeschieben, besonders wenn sie einen grünlichen Schein haben, wie unserer, beobachtete und beschrieb Brewster schon 1823 (Edinbourgh phil. Journ .IX. pag. 95). Er wies darin zweierlei Flüssigkeiten nach: eine äußere die Ecken der Höhlungen einnehmende mit dem Brechungsexponenten 1,3 (Dana's Cryptoline) und eine innere mit runder Libelle und 1,2 Brechungsexponenten (Brewsterline). Schon beim Erwärmen in der Hand verschwindet die Libelle, ohne daß sich beide Flüssigkeiten mischen, erscheint dann aber sogleich wieder, da ihre Umgebung 21mal ausdehnbarer ist als Wasser. Simmler (Pogg. Ann. 1858 Bd. 105, 460) vermuthete darin **flüssige** Kohlensäure, was Vogelsang (Pogg. Ann. 1869 Bd. 137, 66) durch Experimente, sowohl spectralanalitisch mit Geißler'schen Röhren als auch chemisch durch Trübung von Kalkwasser, bestätigte. Kein Mineral eignet sich zu diesen interessanten Beobachtungen besser, als der Topas, da er wegen seines ausgezeichneten Blätterbruches leicht ohne Schliff in brauchbare Platten gespalten werden kann. Man sieht dann schon bei kleiner Vergrößerung eine Menge kohlschwarzer Punkte, die sich zahllos wie Milchstraßen am Himmel schief gegen den Blätterbruch in die Tiefe ziehen, und bei Veränderung der Focaldistanz colonnenweis über die Fläche ziehen. Die Größe der Punkte ist zwar außerordentlich verschieden, allein eine gewisse Größengruppirung läßt sich doch nicht verkennen. In der Mitte der Schwärze gewahren wir ein helles Pünktchen. Wenn wir den Spiegel dunkel stellen und im reflectirten Lichte die Sache betrachten, so wird plötzlich alles Dunkele hell, und das Helle dunkel, es scheint in den silberglänzenden Zellen ein kleiner schwarzer Nucleus zu schwimmen, der bei den länglichen Zellen sich in eine Längsreihe von Pünktchen auflöst. Von den schwarzen müssen die hellern, welche beim Wechsel des Lichtes wieder hell und dunkel werden, wohl unterschieden werden, sie enthalten deutlich obige zwei Flüssigkeiten mit Libelle. Diese Libelle verschwindet, sobald wir den Finger drauf halten, um sogleich wiederzukehren. Jetzt tauchen wir das Stück in heiß Wasser, sogleich verschwinden wieder alle Libellen, aber nach wenigen Secunden beginnt eine lebhafte Bewegung, als wenn kleine Infusionsthierchen vorüber huschten, es sind Gasblasen, welche beim Erkalten sich wieder an bestimmten Stellen sammeln. Zu unserm Erstaunen sehen wir nun, daß das meiste Leben nicht in den Blasen, sondern in den Platten Statt findet, welche sich ungefähr parallel dem Blätterbruch einlagern, und die man anfangs fast übersieht. Die Gasperlen lassen sich an ihrer Dunkelheit erkennen, und erzeugen an den Rändern schwarze Platten, welche im Ganzen bei dem Erkalten immer wieder dieselben Stellen einzunehmen streben. In nachfolgendem Bilde will ich einiges zusammenstellen und kurz erklären:



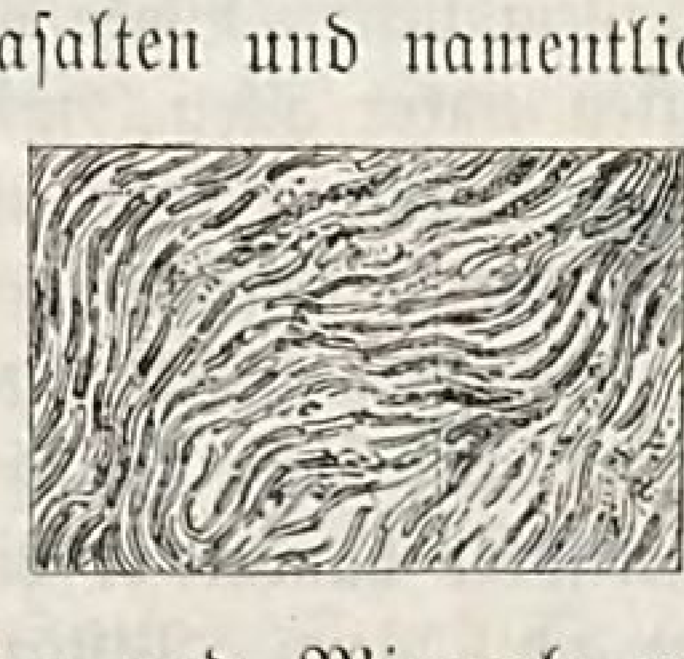
a im durchscheinenden Lichte helle Bläschen mit zwei Flüssigkeiten und einer Libelle; b Züge schwarzer Blasen von der verschiedensten Größe mit einem kleinen lichten Kern in durchfallendem (y), dagegen silberglänzend mit schwarzem Kern (x) in reflectirtem Lichte; c geschwänzte Blase mit einem Würfelkrystall in der äußern Flüssigkeit; d größere Blase (links) mit Libelle, die (rechts) verschwand, als ich den warmen Finger drauf deckte, und dann sofort wieder kam; e Flüssigkeitsplatte in reflectirtem Lichte, wobei die Blasen hell, und die äußere Flüssigkeit dunkel wird; f Platte in durchfallendem Lichte, die schwarze Stelle rechts bezeichnet Gas, das in der Wärme verschwindet, beim Erkalten aber wieder zum Vorschein kommt, wobei schnell bewegte dunkele Blasen (links) erscheinen, die sich wieder an alter Stelle sammeln, und dann ruhig bleiben; g Größe des Stückes, worin alles dieses und noch viel mehr gesehen wird.

Auch Quarz zeigt oftmals gute Beispiele: die meisten fand ich vor Jahren am Fuße des Großglockner auf dem Pasterzengletscher, woran schon das bloße Auge ganze Schaaren von Bläschen wahrnimmt, die der derben Masse ein etwas trübes Ansehen geben, aber das vielgepriesene Zittern der Bläschen sieht man doch nicht häufig, auch Sorby fand es nur bei starker Vergrößerung. Auf die

Glasporen wird gewöhnlich ein großer Werth gelegt, weil man daraus folgern kann, ob die Masse einstmals in heißem Fluß war oder nicht, allein leider sind sie den Flüssigkeitsporen häufig so ähnlich, daß zu ihrer Unterscheidung große Uebung gehört, zumal da sie gewöhnlich auch eine Blase haben, doch ist dieselbe nicht beweglich, öfter in zwei oder mehrere zertheilt, wie unsere Copie aus einem glasigen Feldspath der Vesuvauswürflinge zeigt, im Innern und am Rande treten gern Kryställchen auf, die beim langsamen Erkalten sich ausbilden konnten. Sicherer jedoch ist die



Fluidaltextur, wie wir sie bei homogenen Basalten und namentlich Gläsern finden, was nebenstehender **Obsidian** vom Kaukasus deutlich macht: man sieht in einer Grundmasse gebogene Fasern liegen, die jedem Widerstande auszuweichen scheinen. Darin schwimmen mehr oder weniger deutliche Mikrolithe, welche sich in ihrer Längsrichtung dem Strome möglichst anzupassen suchen. Wo nur irgend Gesteine und Minerale zur amorphen Glasmasse sich neigen, fehlt es nicht an solchen Merkmalen.



Eintheilung.

Leider hat man sich über die Eintheilung der Minerale noch weniger vereinigen können, als über die der Pflanzen und Thiere. Das System hat hier aber auch geringere Bedeutung. Die ältern Mineralogen gruppirten mehr nach äußern Kennzeichen, und dieses Princip werden wir wohl nicht aufgeben können, wenn die Mineralogie mehr sein soll, als eine bloße Domaine der Chemie. Den Umfang betreffend, so rechnete Mohs zum Mineralreich alles, was nicht Pflanze noch Thier ist, namentlich also Luft und Gase. Doch was kann ein Mineraloge weiter über diese sagen, als was der Physiker und Chemiker lehrt, zumal da man sie nicht sieht. Werner schloß sogar auch das Wasser aus. Dann bliebe weiter nichts als der feste Theil der Erde über. Darin sind vor allen die eigentlichen Steine von den figurirten Steinen (Petrefakten) zu trennen, welch letztere in der Petrefaktenkunde (Handbuch der Petrefaktenkunde. Tübingen 1852) abgehandelt werden. Die alte Klasse der Inflammabilien (brennlichen Fossilien), wenn man davon den ächt mineralischen Schwefel abzieht, ist eigentlich auch ein Fremdling, denn Kohle, Harze, Oele sind Producte des Pflanzen- und Thierreichs. Man kann sie sich höchstens als Anhang gefallen lassen. Das Uebrige bilden dann die Gebirgsarten und Mineralspecies: erstere handelt die **Petrographie**, letztere die **Mineralogie** ab. Freilich kommt man dabei oft in den Fall des Zweifels, was man Felsen, was Mineral nennen soll, doch sei dabei nicht zu engherzig, was thut's, wenn du etwas beiläufig beschreibst, das streng genommen nicht hingehört. Das ächte Mineral soll eine chemische Verbindung sein, die in allen ihren Punkten gleichartig (derb) ist. Die Gleichartigkeit gibt sich am sichersten durch den Krystall kund, und daher bilden die Krystalle den hauptsächlichen Gegenstand. Freilich kommen neben den Krystallen auch fasrige und dichte Massen von solcher Gleichartigkeit vor, daß man nicht umhin kann, sie als Species aufzuführen, doch leidet hier nicht selten die Sicherheit der Bestimmung, und ohne chemische Hilfe kommt man dann nicht zum Ziele.

Bei der Eintheilung darf vor Allem auch das Pädagogische nicht aus den Augen gelassen werden, denn das System soll uns in die Sache auf dem besten Wege einführen. Wenn man daher mit dem Unwichtigsten unter allen, mit den Gasen oder mit dem Wasser anfängt, so scheint mir das sehr unpädagogisch. Da machte es Werner besser, er stellte gleich den König der Edelsteine, den Diamant, an die Spitze.

Werner schied überhaupt vier Klassen:

I. Erdige Fossilien. 1) Demant. 2) Zirkon. 3) Kieselgeschlecht. Hierunter handelt er die wichtigsten Silicate, wie Augit, Granat, Spinell, Korund, Beril, Pistazit, Quarz, Zeolith, Feldspath 2c. ab. 4) Thon. 5) Talk. 6) Kalkgeschlecht, worunter Kalkspath, Apatit, Flus, Gips, Boracit 2c. begriffen wird. 7) Barit. 8) Stronthian. 9) Kryolith.

II. Salzige Fossilien, begreifen nur Soda, Salpeter, Steinsalz, Salmiak, Vitriol, Glaubersalz, Bittersalz.

III. Brennliche Fossilien. Schwefel, Erdöl, Kohlen, Graphit, Bernstein.

IV. Metallische Fossilien, werden nach ihrem Metallgehalt klassificirt. 1) Platin. 2) Gold. 3) Quecksilber. 4) Silber. 5) Kupfer. 6) Eisen. 7) Blei. 8) Zinn. 9) Wismuth. 10) Zink. 11) Spiesglas. 12) Silvan. 13) Mangan. 14) Nickel. 15) Kobold. 16) Arsenik. 17) Molybdän. 18) Scheel. 19) Menak. 20) Uran. 21) Chrom. 22) Cerin. Auch

Hauy hat in seinem Traité de minéralogie Paris 1802 wesentlich dasselbe System mit 4 Klassen.

I. Säurehaltige Körper. 1) Kalk, und zwar wird mit dem Kalkspath begonnen, welcher Hauy mitten in sein System führt. 2) Baryt. 3) Strontianit ꝛc.

II. Erdartige Fossilien: Quarz, Zirkon, Telesin, Cymophan ꝛc.

III. Unmetallische brennbare Körper: Schwefel, Diamant, Bitumen, Kohle, Bernstein, Honigstein.

IV. Metallische Substanzen, ähnlich wie bei Werner nach den Metallen zusammengestellt.

Den Systemen dieser beiden Meister schließt sich das von

Weiß am engsten an (Karsten's Archiv für Min. Geogn. Bergb. u. Hüttenk. 1829, Bd. I pag. 5). Es werden 7 Ordnungen unterschieden.

1) Oxydische Steine oder Silicate, hier spielt Kieselerde die Hauptrolle. Sie gehören unbedingt an die Spitze des Reiches, nicht blos weil sie auf der Erde die wichtigste Rolle spielen, sondern weil sie sich auch am meisten von den chemischen Kunstproducten entfernen, und der Nachahmung die größte Schwierigkeit in den Weg legen. Obenan der Quarz, die reine Kieselerde, denn durch kein anderes kann uns der Begriff eines Minerals deutlicher vorgeführt werden, als durch diesen. Feldspath, Glimmer, Hornblende führen uns sogleich zu den wichtigsten Felsgesteinen, während Granat den Uebergang zu den Edelsteinen vermittelt, an deren Spitze ich den Diamant stelle, wenn er auch reiner Kohlenstoff sein mag.

2) Salinische Steine und

3) Salinische Erze umfassen beide sämmtliche Basen mit Säuren, welche nicht Kieselsäure sind. Erz (Metallbasis) und Stein (Erdbasis) kann wegen des Isomorphismus nicht gut auseinander gehalten werden, daher muß man in vielen Fällen beide mit einander vermischen. Am Ende finden Wasser und künstliche Salze ihren besten Platz.

4) Gediegene Metalle sind die einzigen einfachen Stoffe, welche in der Natur vorkommen.

5) Oxydische Erze begreifen Metalle mit Sauerstoff und Wasser, ohne eine Säure.

6) Geschwefelte Metalle haben statt des Sauerstoffs Schwefel,

es sind also Verbindungen von Sulphosäuren mit Sulphobasen. Statt des Schwefels kann aber auch Selen, Arsen, Antimon, Tellur auftreten.

7) Inflammabilien. Es ist gut, hierin nur das zusammenzustellen, was entschieden organischen Ursprungs ist. Namentlich scheide ich den Schwefel und Diamant davon. In dieser Weise bilden sie eine sehr natürliche Ordnung, die aber mehr der Geognosie als der Mineralogie angehört.

Im Ganzen kommen alle naturhistorischen Systeme wenigstens in vielen Gliedern immer wieder auf diese Eintheilung zurück. Denn Einzelnes ist darin zu natürlich, als daß davon abgewichen werden könnte. Wo aber abgewichen wird, da trifft es meist gleichgültige Sachen. Am wenigsten zu billigen sind diejenigen Anordnungen, worin durch eine Menge neugeschaffener Worte das Gedächtniß beschwert wird.

Von rein chemischen Systemen sind die von **Berzelius** am bewährtesten. Sein erstes wurde 1816 durch Schweigger's Journal XV. 427 in Deutschland bekannt. Es ist nach dem elektropositiven Bestandtheile in zwei sehr ungleiche Klassen geordnet. 1ste Klasse enthält sämmtliche Mineralien, 2te Klasse die Inflammabilien nebst den Ammoniaksalzen. Das System beginnt:

A. Sauerstoff.

B. Brennbare Körper.

1ste Ordnung. Metalloide: Schwefel und seine Verbindungen mit Sauerstoff; ... Kohlenstoff und Kohlensäure rc.

2te Ordnung. Elektronegative Metalle: Arsenik nebst Oxyden und Sulphureten; .... Antimon, Rutil ....

3te Ordnung. Elektropositive Metalle: Iridium, Platin, Gold nebst seinen Tellureten ... Silber nebst Sulphureten, Antimonieten rc.
Blei: Sulphurete, Tellurete, Oxyde rc.
Aluminium: Sulphate, Silicate, Hydrate.....
Magnesium: Sulphate, Carbonate, Borate, Silicate. . .
Calcium: Sulphate, Phosphate, Fluate, Carbonate, ... Silicate.
Zuletzt Kalium mit Sulphaten, Nitraten und Silicaten.

Berzelius fühlte bald, daß durch den Isomorphismus der Basen sich doch trotz der scheinbar großen Consequenz ein sehr unangenehmer Spielraum der Stellung ergab. Er fügt daher gleich den Vorschlag zu folgendem andern bei, welches nach der elektronegativen Substanz eintheilt:

1ste Ordnung. Nichtoxydirte Körper:

1) Gediegene; 2) Sulphureta; 3) Arsenieta; 4) Stibieta; 5) Tellureta; 6) Osmieta; 7) Aureta; 8) Hydrargyreta.

2te Ordnung. Oxydirte Körper:

1) Oxyde mit oder ohne Wasser, a) Säuren, b) Basen; 2) Sulphate; 3) Nitrate; 4) Muriate und Muriocarbonate; 5) Phosphate; 6) Fluate und Fluosilicate; 7) Borate und Borosilicate; 8) Carbonate; 9) Arseniate; 10) Molybdate;

11) Chromate; 12) Wolframiate; 13) Tantalate; 14) Titanate; 15) Silicate; 16) Aluminate.

Die Sache wurde später in Poggendorf's Annalen 1828. XII. 1 weiter ausgeführt, und neuerlich ist Rammelsberg (Pogg. Ann. 1847. 71. 477) wieder darauf zurückgekommen. Dennoch hat es bei den Mineralogen von Fach keine Wurzel schlagen können, weil die äußern Aehnlichkeiten doch zu wenig hervortreten.

Eben so wenig ist eine Eintheilung nach der bloßen Form naturgemäß, so angenehm sie für die Uebersicht der Krystalle auch sein mag. G. **Rose**, (das krystallochemische Mineralsystem, Leipzig 1852, sucht zwar beides zu verbinden, aber doch nur so weit, als der Isomorphismus zur Zusammenstellung nöthigt. Im Ganzen stimmt dessen Anlage mit dem zweiten System von Berzelius überein:

I. Einfache Körper, 30 Nummern.

II. Schwefel-, Selen-, Tellur-, Arsenik-, Antimon-Verbindungen, die in 51 Binäre und 36 Doppeltbinäre gruppirt werden.

III. Chlor-, Fluor-, Jod- und Brom-Verbindungen, 13 Nummern.

IV. Sauerstoffverbindungen, diese zerfallen nun zwar in 26 Binäre und Doppeltbinäre, allein für letztere bleiben mehr als 400 Nummern, also mehr als $2\frac{1}{2}$fach aller übrigen. Das ist eine große Ungleichheit. Aber noch ungleicher ist die Eintheilung von **Mohs**

I. Klasse: Gase, Wasser, Säuren, Salze (Soda, Glaubersalz, Salpeter, Steinsalz, Vitriol rc.).

II. Klasse: Haloide (Gyps, Kryolith, Flußspath, Kalkspath); Baryte (Spatheisen, Schwerspath, Weißbleierz rc.); Kerate (Hornerz); Malachite; Glimmer (Kupferglimmer, Vivianit, Graphit, Talk, Glimmer); Spathe (Schillerspath, Cyanit, Spodumen, Zeolithe, Feldspath, Augit, Lasurstein); Gemmen (Andalusit, Corund, Demant, Topas, Smaragd, Quarz, Borazit, Granat, Gadolinit); Erze (Titanit, Rothkupfererz, Zinnstein, Magneteisen, Brauneisenstein, Manganerze); Metalle; Kiese; Glanze (Glaserz, Bleiglanz); Blenden (Blende, Rothgülden); Schwefel.

III. Klasse: Harze, Kohlen.

Im Ganzen gehen die Systeme nicht so weit auseinander, daß nicht eine Vereinigung aller auf eines in endlicher Aussicht stünde. Das wird aber nicht eher geschehen, bis irgend eines bei weitem die größte Anhängerzahl gefunden haben wird. Freilich können dazu nur innere Gründe führen. Aber wenn man einmal erkannt hat, daß in der Anordnung allein nicht das Wesen beruht, so wird man gern dem Vortheil nicht entgegen sein, welchen es gewähren muß, wenn alle Lehrer und Lehrbücher den gleichen Gang befolgen. Möge das bald kommen.

Erste Klasse.

Silicate oder eigentliche Steine.

Ob man Kieselerde $\dddot{Si}$ oder $\ddot{Si}$ schreibe, liegt gegenwärtig wieder im Streit. Berzelius nahm $\dddot{Si}$, weil Feldspath dadurch eine einfache dem wasserfreien Alaun entsprechende Formel erhält. Kopp (Pogg. Ann. 1856. 510) kam durch den Siedepunkt des flüssigen Chlorkiesel zur gleichen Ansicht. Dagegen bewies Marignac (Compt. rend. 1858. 46. 854), daß Fluosilicate mit Fluostannaten isomorph seien, darnach sollte Kieselerde ($\ddot{Si}$) wie Zinnoxyd ($\ddot{Sn}$) geschrieben werden. G. Rose (Pogg. Ann. 107. 602) machte es sogar wahrscheinlich, daß Zirkon mit Zinnstein isomorph sei. Dann würde Zirkon, als $\ddot{Zr}\,\ddot{Si}$ geschrieben, die $\ddot{Si}$ in viergliedriger Form enthalten. Auch nach der Dampfdichte des Fluor- und Chlorsiliciums sollte man $\ddot{Si}$ schreiben. Da es aber an der Sache nichts ändert, ob man Feldspath $\dot{K}\,\ddot{Al}\,\dddot{Si}^4$ oder $\dot{K}\,\ddot{Al}\,\ddot{Si}^6$; Augit $\dot{R}^3\,\dddot{Si}^2$ oder $\dot{R}^3\,\ddot{Si}^3 = \dot{R}\,\ddot{Si}$) schreibe, so ist es für den Mineralogen in vielen Fällen gleichgültig. Das stabile Verhältniß von $Si : O = 7 : 8$ wird dadurch in nichts geändert.

Die Verbindungen mit Kieselerde spielen unbedingt auf der Erdoberfläche die erste Rolle, daher kann man mit keinem Minerale wohl passender anfangen, als mit der Kieselerde selbst (Quarz). Auf zweiter Linie steht die Thonerde $\ddot{Al}$, sechswerthig und isomorph mit $\dddot{\overline{Fe}}$, $\dddot{\overline{Mn}}$, $\dddot{\overline{Cr}}$. Im Feuer bildet sie gegen $\ddot{Si}$ immer die Base, wenn es aber an Kieselerde fehlt, so mag sie auch wohl die Rolle der Säure übernehmen. Auf dritter Linie folgen: $\dot{K}a$, $\dot{N}a$, $\dot{L}i$, $\dot{M}g$, $\dot{C}a$, $\dot{F}e$, $\dot{M}n$ 2c., die nur als Basen erscheinen. Alle diese Stoffe verbinden sich mit der Kieselerde in so mannigfaltigen Verhältnissen, daß letztere darin alle anorganischen Säuren weit übertrifft (Rammelsberg Pogg. Ann. 72. 95), und da es bis jetzt von den wenigsten Silicaten gelungen ist, die Bedingungen ihrer Erzeugung künstlich, eben so vollkommen wie die Natur, herbeizuführen, so entfernen sie sich von den gewöhnlichen Chemikalien am weitesten, und mahnen uns mehr an organische Producte, welche gleichfalls chemische Kunst nicht wachsen lassen kann. Auch das haben sie mit dem organischen Körper gemein, daß nur wenige Stoffe zur wunderbaren Mannigfaltigkeit ihrer Krystalle beitrugen.

Kieselerde kennt man in zwei Modificationen: krystallinische 2,6 Gew., die häufigste, ist im Wasser, Kali und in Säuren unlöslich,

nur Flußsäure wirkt kräftig darauf ein; amorphe 2,2 Gew. findet sich gelöst in Quellen, Flüssen und Meeren: die Geyserquelle auf Island hat $\frac{1}{1850}$, das Meer 3 Hunderttausendel, der Rhein ein 4 Hunderttausendel. Der Krater von Vulkano warf neuerlich eine weiße Asche aus mit 95,5 pC. Kieselerde von 2,2 Gew. Doch muß man dabei auch des Tridymit 2,3 Gew. gedenken. Heißes Wasser löst mehr als kaltes, und die Gegenwart von Säuren und Alkalien befördert ihre Lösung. Die Zeolithe enthalten sie im festen Zustande. Merkwürdiger Weise kann sie aber leicht durch Glühen in die unlösliche Modification übergeführt werden. Graham (Pogg. Ann. 123, 529) nannte gegenüber dem Crystalloid den Zustand Colloid, weil es wie Leim (κόλλα) nicht durch poröse Membranen geht. Da nun die $\ddot{S}i$ auf nassem Wege nur die Rolle einer schwachen Säure spielt, auf trockenem dagegen alle übrigen Säuren austreibt, so hat man wohl Grund zu vermuthen, daß die Massen der Silicate unserer Erdrinde dem Feuer ihren Ursprung verdanken, wenn es auch noch nicht gelang, die krystallinische 2,6 durch Schmelzung (Pogg. Ann. 108), wohl aber durch überheiztes Wasser pag. 203 darzustellen. So feuerbeständig die Kieselerde sein mag, so wird sie doch, ähnlich der Borsäure, durch heiße Wasserdämpfe mit fortgerissen, wie der Versuch von Jeffreys beweist pag. 203. Kocht man die unlösliche Modification mit kohlensauren Alkalien, so geht sie allmählig in die lösliche über, ohne daß sie Kohlensäure austreibt. Daraus läßt sich einsehen, daß bei Verwitterungsprozessen die Tagewasser, wenn sie in langer Berührung mit der unlöslichen Modification sind, dieselbe in die lösliche umsetzen und davon aufnehmen können. Bei Gegenwart von $\dot{C}a\ddot{C}$ scheidet sie sich aus Wasser aus. Nach Deville (Compt. rend. LVI, 325) sind Kieselerde und Silicate, wie Schwefel, Selen ꝛc. »surfusibles« d. h. sie können durch Schmelzen und schnelles Erkalten glasig oder amorph werden, während Metalle schnell oder langsam erkaltet den gleichen Molecularzustand bewahren.

Die neueren Chemiker heißen in ihrer Sprache $\ddot{S}i$ Kieselsäureanhydrid, und umgekehrt das Kieselsäurehydrat $\dot{H}^2\ddot{S}i = H_4O_4Si$ Kieselsäure von vierfachem Wassertypus $4HOH = H_4O_4H_4$, wobei Si vierwerthig gedacht sein muß, weil es nur so 4 H vertreten kann. Um nun das Kieselsäureanhydrid auf den gleichen Wassertypus bringen zu können, wird $SiO_2 = \frac{1}{2}(SiO_4Si)$ gedacht. Alle denkbaren Silicate werden unter den Polykieselsäuren untergebracht, von denen Rammelsberg (Ztschr. deutsch. geol. Gesellsch. 1869 XXI pag. 110) hauptsächlich fünf Sättigungsstufen annimmt:

$$\dot{R}\ddot{S}i^2,\ \dot{R}^2\ddot{S}i^3,\ \dot{R}\ddot{S}i,\ \dot{R}^2\ddot{S}i,\ \dot{R}^3\ddot{S}i.$$

Das mittlere derselben mit doppeltem Sauerstoff in der Säure wird als einfaches Silikat angesehen, woraus dann halbe, drittel, anderhalb und zweifache folgen. Um diese nun, wie die Kieselsäure selbst ($\dot{H}^2\ddot{S}i$), beim Wassertypus unterzubringen, führt man zunächst nach dem Vorbilde der Organischen Chemie das einwerthige Radical Hydroxyl (OH) ein, und sieht dann sofort aus nachfolgenden Gleichungen

einfach $\dot{R}\ddot{S}i = RSiO^3 = H^2SiO^3 = SiO(OH)^2 \ldots O^2H^4$
$1\frac{1}{2}$fach $\dot{R}^2\ddot{S}i^3 = R^2Si^3O^8 = H^4Si^3O^4 = Si^3O^4(OH)^4 \ldots O^6H^{12}$
zweifach $\dot{R}^2\ddot{S}i^2 = RSi^2O^4 = H^2Si^2O^3 = Si^2O^3(OH)^2 \ldots O^4H^8$

und den hintern Valenz-Formeln den Wassertypus, worin O das zweiwerthige und H das einwerthige Atom bezeichnen. Aber hiermit kommt man noch nicht zur Einheit, sondern es wird wegen der Halb- und Drittelsilicate noch ein zweiwerthiges Silicyl SO eingeführt, und nun lautet das

$$\text{einfache Silicat } \dot{H}\ddot{S}i = H^2SiO^3 = \left.\begin{matrix}H^2\\(SO)\end{matrix}\right\}O^2 \ldots \left.\begin{matrix}H^2\\H^2\end{matrix}\right\}O^2,$$

d. h. zweifacher Wassertypus. Soll dasselbe basisch werden, so muß Basis $\dot{R}$, soll es sauer werden, Säure $\ddot{S}i$ hinzutreten:

$$\text{basisch}\left\{\begin{matrix}\left.\begin{matrix}H^2\\(SiO)\end{matrix}\right\}O^2\\R\cdot O\end{matrix}\right\} = H^2RSiO^4 = \dot{R}^2\ddot{S}i, \left\{\begin{matrix}\left.\begin{matrix}H^2\\(SiO)\end{matrix}\right\}O^2\\2R\cdot O\end{matrix}\right\} = H^2R^2SiO^4 = \dot{R}^3\ddot{S}i.$$

$$\text{sauer}\left\{\begin{matrix}\left.\begin{matrix}H^2\\(SiO)\end{matrix}\right\}O^2\\(SiO)\cdot O\end{matrix}\right\} = H^2Si^2O^5 = \dot{R}\ddot{S}i^2, \left\{\begin{matrix}2\left\{\left.\begin{matrix}H^2\\(SiO)\end{matrix}\right\}O^2\right.\\(SiO)\cdot O\end{matrix}\right\} = H^4Si^3O^8 = \dot{R}^2\ddot{S}i^3.$$

Das Spiel mit Formeln geht aber immer noch weiter, wenn namentlich Thonerde hinzutritt:

$$\left\{\begin{matrix}\left.\begin{matrix}R\\(SiO)^3\end{matrix}\right\}O^6\\3(SO)\cdot O\end{matrix}\right\} = RSi^6O^{15} = \dddot{R}\ddot{S}i^6 \ldots H^{15}O^{15} \text{ (zweifachsauer).}$$

Wie die Auflösung der Formel zeigt, so sättigt O^6 das Radical und Silicyl, die sich als gleichwerthig erweisen, weil auf jegliches drei Atome Sauerstoff kommen. Die 3 in der dritten Reihe bezieht sich natürlich nicht blos auf SO, sondern auch auf O, so daß

$3(SO)\cdot O = S^3O^3 + O^3$ ist. Die Klammer um SO soll nur isolirt gedachtes Silicyl bezeichnen, woraus dann sofort der fünfzehnfache Wassertypus einleuchtet. Anwendung davon macht man beim

Petalit, der schon nach Berzelius $Li^3\ddot{A}l^4\ddot{S}i^{20}$ hatte. Doch da das eine schlechte Formel gab, so nahm Rammelsberg $Li^3\ddot{A}l^4\ddot{S}i^{18}$ an. Heute geht man wieder mit Vergnügen auf den alten Berzelius zurück, und schreibt

$$Li^3\ddot{A}l^4\ddot{S}i^{30} = Li^3\ddot{S}i^6 + 4\ddot{A}l\ddot{S}i^6 = \left\{\begin{matrix}5\left.\begin{matrix}R\\(SiO)^3\end{matrix}\right\}O^6\\15(SO)\cdot O\end{matrix}\right\} = Li^3Al^4Si^{30}O^{75},$$

wobei $5R = Li^3Al^4$ gesetzt wird, da Li^3 nach alter Schreibart Li^6 nach neuerer Schreibart ist. Wir haben also obige zweifachsaure „Structurformel" blos mit 5 zu multipliciren. Einfach ist die Sache nicht.

Da wäre es bei dem stabilen Sauerstoffverhältniß der Kieselerde am Ende besser, man gienge vom Silicyl $\dot{S}i$ d. h. doppelten Salzsäuretypus HCl aus, dann würde Kieselerde bald $\ddot{S}i = \dot{S}i^2$, und bald Si^3O^3. Man könnte es sogar bei den alten Zeichen $\ddot{S}i$ oder $\dddot{S}i$ belassen, müßte dabei aber stets des stabilen Verhältnisses zwischen Oxygen und Silicium ge-

denken. Dann wäre Olivin $\dot{Mg}\dot{Si}$, Augit $\dot{Ca}\ddot{Si}$ 2c., wobei das Atomgewicht $\dot{Si} = 15$, $\ddot{Si} = 30$, $\dddot{Si} = 45$ zu setzen ist. In diesem Sinne bediene ich mich statt der alten Schreibart $\dddot{Si}$ so oft die Formeln einfacher werden der neuern $\ddot{Si}$. Die Sache ist gar nicht so ungeheuerlich, denn wenn ein und derselbe Stoff in verschiedene Krystallsysteme sich gestalten kann, so ließen sich in der Lagerung der Atome oder Molecule verschiedene Gewichtsverhältnisse noch viel leichter denken. Jedenfalls sind die Formeln dazu da, die Uebersicht und das Gedächtniß zu erleichtern, nicht zu erschweren.

Von den natürlichen Silicaten ist keines in Wasser löslich, nur künstliche mit viel Alkali lösen sich. Dagegen kann man mehrere in Salzsäure aufschließen, und zwar um so leichter, je stärker die Basis, je mehr Wasser und je weniger Kieselerde vorhanden ist, diese scheidet sich dabei aus, oder wird doch erst von vielem Wasser aufgenommen, während die Basen als Chlormetalle gelöst bleiben. Oft dienen auch andere Säuren. Läßt sich auf diese Weise nur ein Theil lösen, so muß man den Rückstand wie die unlöslichen behandeln. Zu dem Ende schmilzt man das Pulver mit dem 3fachen $\dot{K}\ddot{C}$ ($\dot{Na}\ddot{C}$, $\dot{Ba}\ddot{C}$ 2c.) zusammen, es entweicht dann $\ddot{C}$, das zurückbleibende Glas läßt sich wegen des stärkern basischen Gehalts mit Säure auflösen. Für Aluminate ohne Kieselerde führt ein Zusammenschmelzen mit $\dot{K}\dddot{S}^2$ zum Zweck; Zirkon und Cyanit können durch Kalihydrat im Silbertiegel aufgeschlossen werden. Um die Basen zu bestimmen, bedient man sich mit Vortheil der Flußsäure, aus Flußspath dargestellt. Beim Zusatz von concentrirter Schwefelsäure verflüchtigt sich dann in der Hitze der größte Theil der Kieselerde als Fluorkiesel und Kieselfluorwasserstoffsäure. Für die künstliche Darstellung der Silicate wird von Hrn. Daubrée pag. 203 besonders die farblose flüchtige Flüssigkeit des Chlorkiesels $SiCl^3$ empfohlen.

Mit Weiß unterscheiden wir folgende zehn zum Theil sehr natürliche Familien: 1) Quarz; 2) Feldspath; 3) Glimmer; 4) Hornblende; 5) Granat; 6) Edelsteine; 7) Zeolithe; 8) Skapolithe; 9) Haloidsteine; 10) Metallsteine.

I. Quarze.

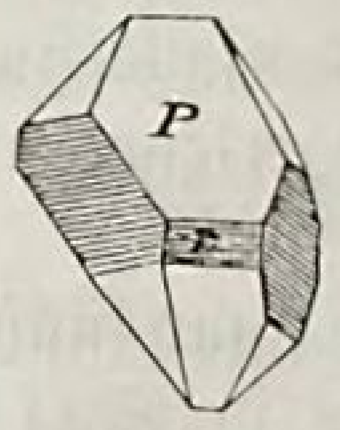
Das Wort Quarz kommt bei Griechen und Römern nicht vor, es ist ein bergmännischer Ausdruck des Mittelalters (Agricola Bermannus pag. 695 und 701), womit der gemeine Quarz auf den Erzgängen bezeichnet wurde. Weiß nahm das Wort im weitern Sinn, und begriff darunter Krystalle, Chalcedone und Opale. Dann kann ihnen aber an Mannigfaltigkeit kein zweites zur Seite gesetzt werden, welches so viel Licht über das Wesen eines Minerals verbreitete. Insofern wird man vergeblich nach einem bessern Ausgangspunkte des Systems suchen.

Krystallsystem 3 + 1axig mit entschiedener Neigung zum dihexa-

edrischen. Dihexaeder P = a : a : ∞a : c 133° 44′ Endk., 103° 34′ Seitenk., Rhomboeder 94° 15′ gibt

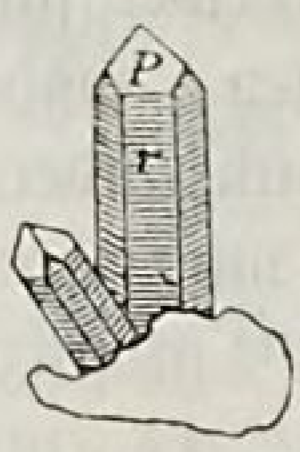
$$c : a = 1{,}1 : 1 = 1 : 0{,}9097 = 1 : \sqrt{0{,}8263}; \ \lg a = 9{,}95865.$$

Der ebene Winkel an der Spitze der gleichschenklichen Dreiecke 39° 18′, schon de Lisle nahm 40° an. Die Flächen meist sehr verzogen und mit

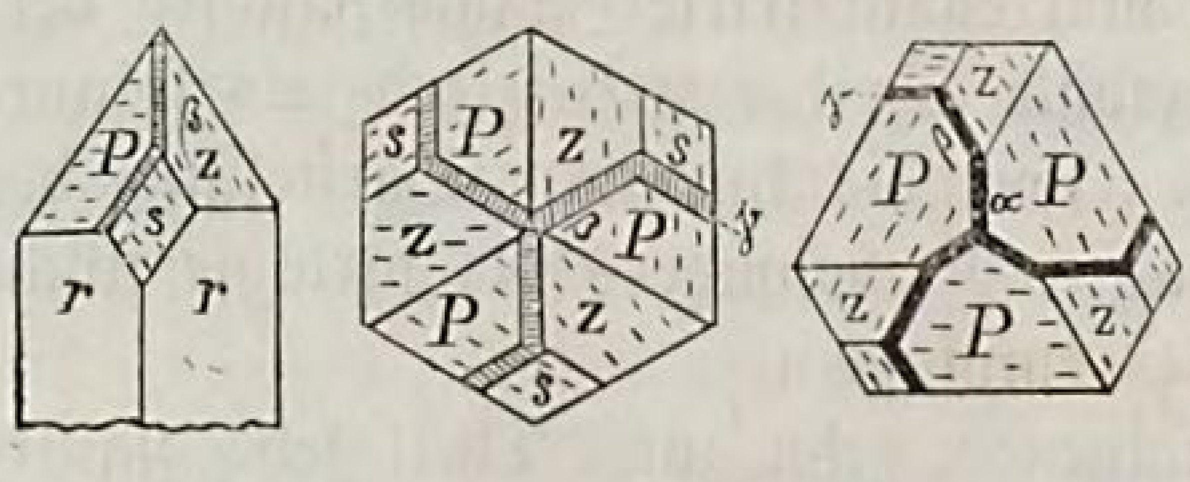


allerlei unregelmäßigen Zeichnungen versehen, ihr Blätterbruch sehr versteckt und kaum bemerkbar. Dazu gesellt sich beständig die erste reguläre sechsseitige Säule r = a : a : ∞a : ∞c, daher von Hill Trihexaedria genannt. Die Säule an ihrer Querstreifung parallel der Axe a, und folglich senkrecht gegen r/r = c leicht erkennbar.

Hauy nahm das Dihexaeder als Dirhomboeder: einmal war es

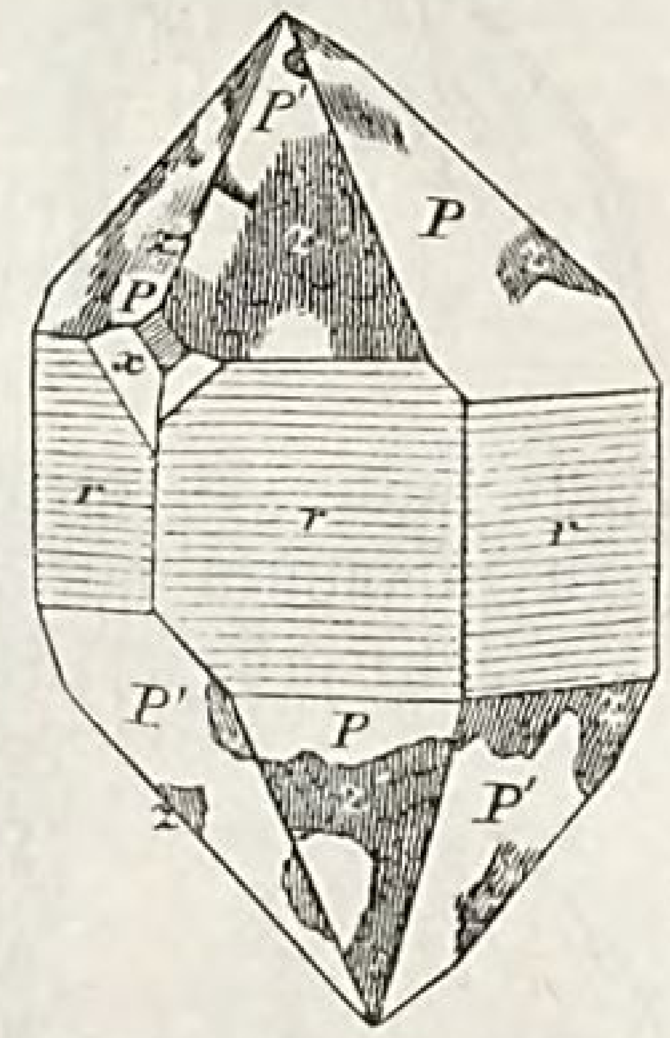


ihm für seine Decrescenzen bequemer; dann findet man aber auch z. B. bei den sogenannten Scepterquarzen von Ungarn ein Rhomboeder gegen das andere vorherrschend. Beistehende kleine gelbe Bergkrystalle im Eisenglanz von Elba zeigen auf der Säule nur rhomboedrische Endigung. In der Dauphiné kommen sogar Dihexaeder vor, deren abwechselnde Flächen matt und glänzend erscheinen, ja in Indischen Stufen (Ztschr. deutsch. geol. Ges. 1873. 110) zeigt sich dieser Unterschied in den brennendsten Regenbogenfarben. Da nun auch die Klangfiguren pag. 158 und Aetzungen pag. 194 das bestätigen, so steht die Sache außer allem Zweifel. Ich habe viele geätzt, und nur drei Dihexaederkanten β angegriffen gefunden,

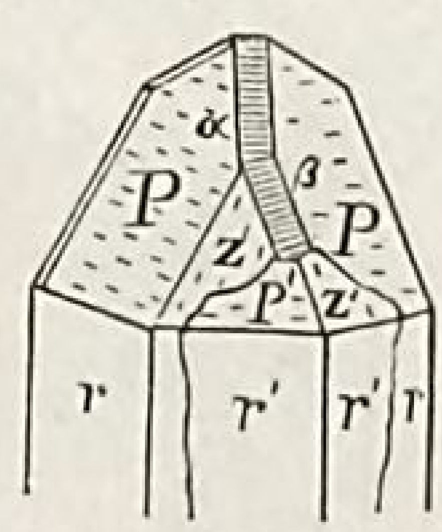


so oft die Krystalle einfach waren. An der Rhombenfläche erscheint stets eine obere Trapezfläche γ, die auch dann noch vorhanden ist, wenn die Rhombenfläche fehlt. Laufen die Dihexaeder nicht in einer Spitze zusammen, sondern bildet sich am Ende eine Rhomboederkante P/P aus, so ist auch diese durch eine dritte Fläche α angegriffen, alles mit wunderbarer Gesetzlichkeit. Die Aetzflächen zeigen undeutliche Querschuppen, und häufig eine mittlere Längslinie, welche sie in zwei Hälften theilt. Auch die Zwillinge sprechen für Rhomboeder. Schon Weiß machte 1816 (Magazin Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin VII. 164) auf merkwürdige Durchkreuzungszwillinge aus den Mandelsteinen der Faröerinseln aufmerksam, woran die Flächen des Hauptrhomboeders P von den Ecken eines andern durchbrochen werden: es haben beide Krystalle die Säulen gemein, und ihre Rhomboeder sind um 60° gegen einander im Azimuth verdreht. Dasselbe kommt in Kieselkugeln von Missouri ꝛc. vor. Dieses Gesetz fand eine erfreuliche Bestätigung durch die Dauphinéer Zwillinge (Haidinger in Brewster's Edinburgh Journal of science 1824 Vol. I pag. 232), welche in ihrer Art zu den merkwürdigsten krystallographischen Erscheinungen gehören, die wir kennen. Sie finden sich gern mit Epidot. Es sind Dihexaeder mit Säulen, auf den Dihexaederflächen gewahrt man

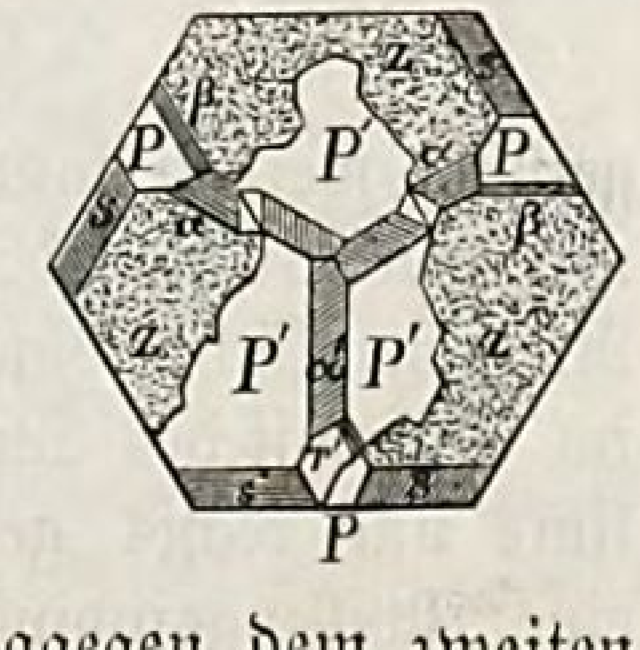
aber sehr ausgezeichnete matte Platten, welche mit glänzenden zwar sehr unregelmäßig abwechseln, allein in den Kanten entspricht ohne Ausnahme der matten Stelle einerseits eine glänzende andererseits: denke man sich ein Dihexaeder mit drei glänzenden Flächen P und drei matten z, aber beliebig durchlöchert; in die Löcher lege sich nun ein zweites Individuum P' und z' doch so hinein, daß dieses seine matte Fläche z' habe, wo jenes seine glänzende P hatte, so ist das das gewöhnliche Weiß'sche Zwillingsgesetz. Einmal aufmerksam gemacht fanden sich die Zwillinge obgleich undeutlicher auch andern Orts, namentlich zahlreich in einem Quarzgange des Granits von Järischau bei Striegau im Riesengebirge, in der



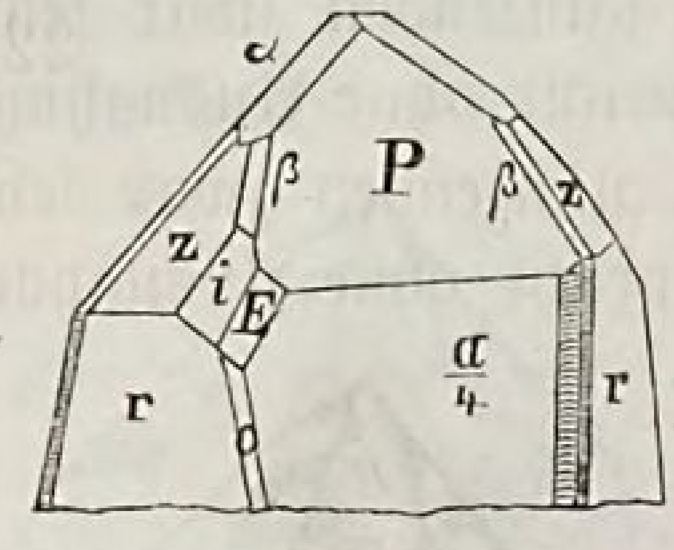
Schweiz auf den Riesenkrystallen des Tiefengletscher ꝛc., und wenn man solche mit Säuren ätzt, so bekommen sie ganz das Ansehen der Dauphineer. Darnach erklärte G. Rose pag. 93 das unregelmäßige Auftreten der Rhomben- und Trapezflächen durch allgemeine Zwillingsbildung. Zuweilen gibt sich die „damascirte" Zeichnung im reflectirten Lichte durch Complementärfarben roth und grün zu erkennen, die in den „Schillerquarzen vom Weißelberge" bei St. Wendel (Jahrb. 1874. 261) auch lebhafter werden können. Besonders deutlich kommen jedoch die Zwillingslinien durch Aetzung pag. 193 zum Vorschein, und zwar an Stücken, wo es das bloße Auge nicht vermuthen würde: so sitzt an nebenstehendem Bergkrystalle r ein Stückchen r' wie angeleimt, von welchem man vor der Aetzung nichts sah. Auf r erscheinen die Aetzflächen $\alpha\beta$ dreimal sehr bestimmt, allein auf das Stückchen Kante von r' geht β nicht hinab, keine Spur von Angriff wird wahrgenommen. Es legt also r'



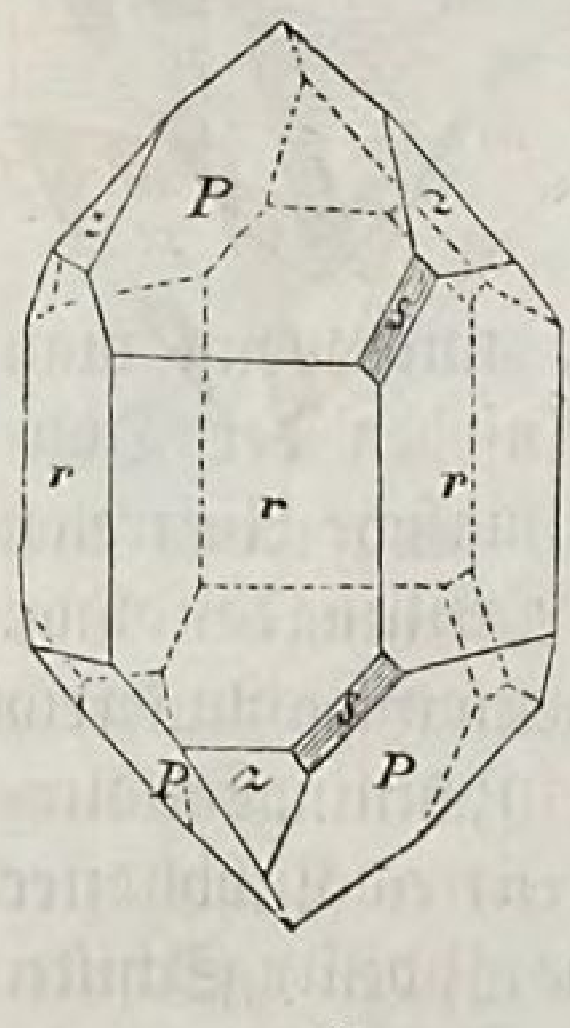
seine ungeätzte Kante hin, wo r die geätzte, und seine horizontal gefurchte P, wo r' die schief gefurchte z hat. Herr Prof. Websky (Ztschr. deutsch. geol. Ges. 1865. 348) machte Quarzkrystalle aus dem Granit von **Striegau** in Schlesien bekannt, die mit geätzten Zwillingen merkwürdig übereinstimmen: das Nebenrhomboeder z hat seine Aetzkanten α, und das Dihexaeder Pz die Aetzkanten β, die Mittellinie darauf finden wir gerade so bei den künstlichen Flächen. Die drei quergestreiften Rhombenflächen s gehören

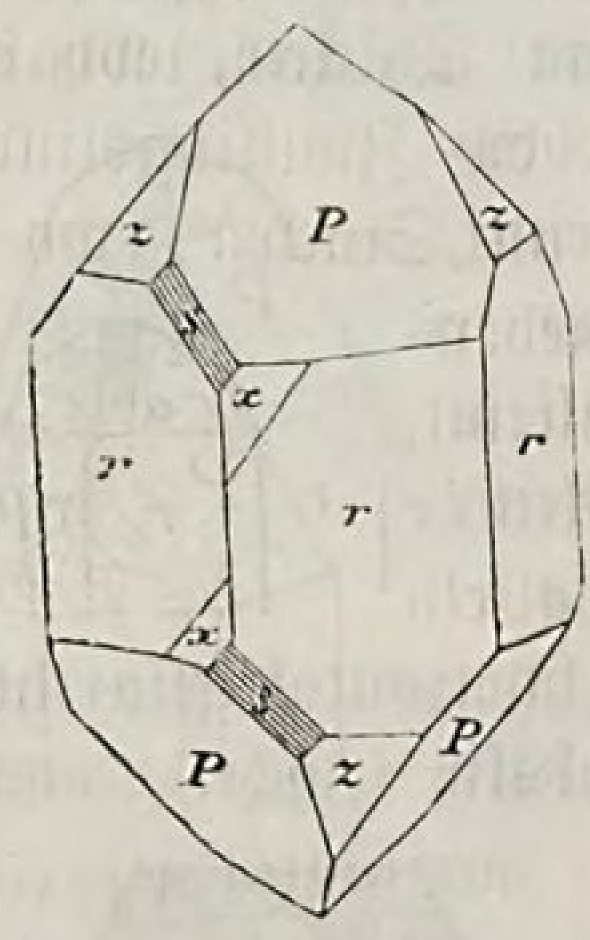


dem gleichen Individuum an, die längsgestreifte s' dagegen dem zweiten, welches sich namentlich mit seinen großen Rhomboederflächen P' um den Gipfel lagert. Die Lage von s sollte blos auf der Seite von β sein, auch fehlt die obere Trapezfläche. Diese ist nun an den merkwürdigen Krystallen vom Collo di **Palombaja** an der Südküste von Elba (Ztschr. deutsch. geol. Ges. 1870. 620) scheinbar vorhanden, denn wer sich mit Aetzen abgegeben hat, wird sogleich in $\alpha = c : 2a' : 2a'$ und $\beta = c : 2a : a$ (ξ)



seine Bekannten wieder begrüßen, aber $E = c : \frac{3}{2}a : \frac{6}{13}a$ ist nicht die Rhombenfläche, doch bietet $i = c : \frac{13}{7}a : \frac{13}{9}a$ wieder ganz das Bild von der Aetzfläche γ. Flächen r sind die Säule und $c : \frac{a}{4} : \frac{a}{4}$ das zweite schärfere Rhomboeder, das mit $o = c : \frac{1}{4}a : \frac{2}{19}a$ und der Säule $r = a : a : \infty c$ in eine Zone fällt. Vergleiche auch Stelzner (Jahrb. 1871. 49), der solche Gebilde gern zusammen mit Flußspath auftreten läßt.

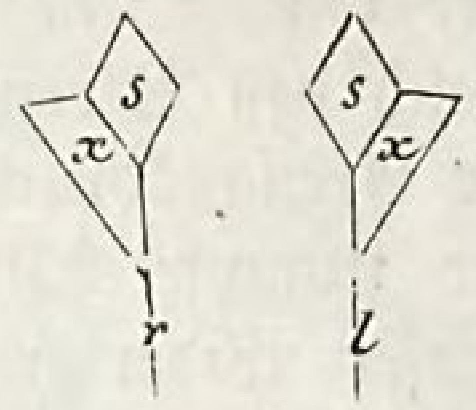




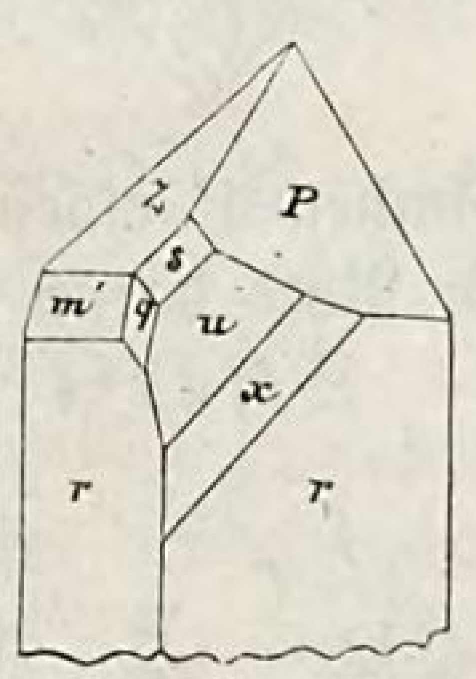
Rhombenflächen $s = a : \frac{1}{2}a : a : c$ liegen in zwei abwechselnden Endkantenzonen des Dihexaeders, stumpfen also die Kanten zwischen der Säule und dem Dihexaeder ab. Häufig zeigen dieselben eine Streifung, und diese geht **nur** der Kante P/r, und niemals der z/r parallel. In der Dauphiné finden sich öfter Exemplare, woran die s abwechselnde Ecken von rrPz abstumpfen, also wirkliche Rhomboeder bilden, darnach müßte man sie für rhomboedrische Ordnung halten. Allein unter den klaren ringsum ausgebildeten aus dem Marmaroscher Komitat in Oberungarn, besonders aber unter den noch schönern aus dem Uebergangskalk von New-York trifft man einzelne Exemplare, wo die Rhombenfläche an den beiden Enden der abwechselnden Säulenkanten sich wiederholt, wie in beistehenden Figuren. Dieses nimmt nun Rose als Normalfall. Wenn die Streifen der Rhombenflächen beobachtbar sind, so kann man sogar rechte und linke unterscheiden: die s der rechten sind von oben rechts nach links unten (Fig. a) und die der linken von oben links nach rechts unten gestreift (Fig. b). Alle Exemplare, wo die Rhombenflächen nicht in dieser Ordnung folgen, hält Rose für Zwillinge, wenn schon der Beweis nicht immer streng geführt werden kann; auch verwüchsen, was man nicht erwarten sollte, nur zwei rechte oder zwei linke mit einander, wie aus der Streifung der Rhombenfläche folge. Doch fand Nauck (Zeitschr. deutsch. geol. 1854. VI. 654) im Dolomit des Strahlenberges bei Redwitz auf dem Fichtelgebirge häufig links und rechts gewundene mit einander verwachsen. Wenn nun das eine Zwillingsindividuum seine abgestumpfte Ecke hinlegt, wo das andere die nicht abgestumpfte hat, so können bei Verschiedenheit der Ausdehnung möglicher Weise alle Ecken, einige oder auch keine abgestumpft erscheinen. Wer bei dieser Annahme, wie ich selbst früher, Anstoß haben sollte, daß die Rhomboederhälften s oben und unten um 60° gegen einander verdreht sind, ein Trigonoeder bilden, der wird durch die Gyroedrie vollständig befriedigt.

Trapezflächen $x = a : \frac{1}{6}a : \frac{1}{5}a : c$ stumpfen eine der untern Kanten

zwischen s/r ab, liegen also nur in einer Kantenzone des Dihexaeder, in welcher sie die Kante x/r = 168° machen. Mit wunderbarer Gesetzmäßigkeit liegen sie **unter** P (nie unter z) und stumpfen entweder nur die linke oder die rechte Rhombenflächenkante ab, und darnach zerfallen die Krystalle in rechts- (r) und links-gewundene (l) (Weiß): rechtsgewundene, wenn man von der Rhombenfläche oben rechts quer über die Kantenzone der Trapezfläche zur Säule gelangt, oder

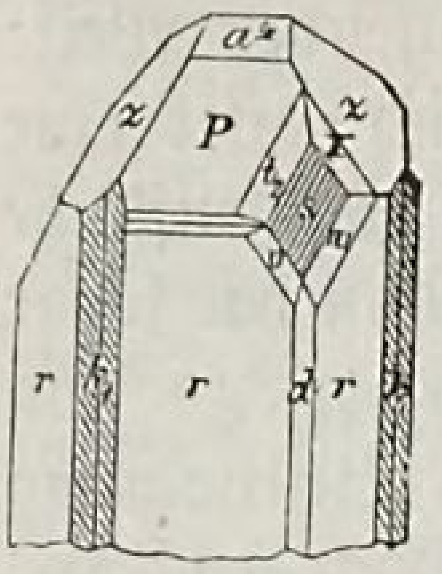


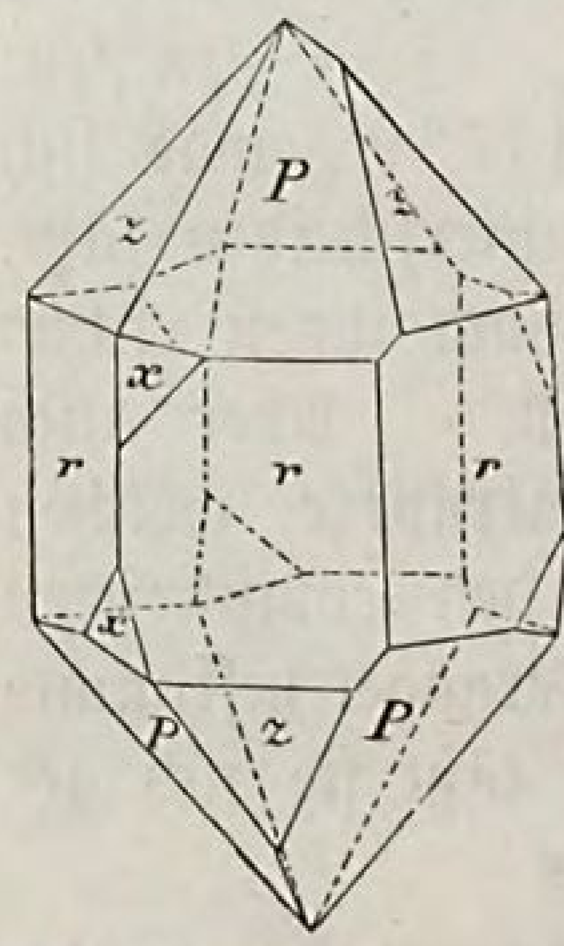
wenn der Beobachter sich in den Mittelpunkt des Krystalls denkt und auf die Rhombenfläche sieht, so wird die Kante der rechten Seite abgestumpft; x kommt häufig ohne Rhombenfläche vor, und folgt auffallender Weise nicht der Streifung der Rhombenfläche. Darüber findet sich öfter eine zweite $u = a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{3}a$ rauh punktirt und matter als x, die Säulenfläche r unter 161° 31′ schneidend, zuweilen auch selbstständig. Man hat sogar zwischen u und x noch eine schmale Abstumpfung $y = a : \frac{1}{5}a : \frac{1}{4}a$ und zwischen x und r $v = a : \frac{1}{8}a : \frac{1}{7}a$ unterschieden. Von scharfer Bestimmung kann aber bei solchen Flächen nicht immer die Rede sein. Doch geht Hr. Descloizeaux (Ann. Chim. et Phys. 1855 XLV. 129) noch viel weiter: er fand besonders bei Exemplaren von Carrara und Brasilien unter v noch eine ganze Reihe von steilern „Plagiedern“ $n = \frac{1}{13}a \frac{1}{12}a$, $v_2 = \frac{1}{18}a \frac{1}{17}a$, $v_3 \doteq \frac{1}{24}a \frac{1}{23}a$, $v_4 = \frac{1}{36}a \frac{1}{35}a$; $v_4/r = 178° 7′$, $v_3/r = 177° 9′$, was sich nur durch eine sehr stumpfe Kante von der Säule unterscheiden läßt. Alle gehören zur Reihe der **Haupttrapeze**, und nur nach ihnen richtet sich die Drehung. Sie liegen **gegen** die Streifung von s. Aber auch mit der Streifung correspondiren zuweilen kleine **Gegentrapeze**, welchen die optische Drehung nie folgt. So sieht man an den complicirten Schweizer Krystallen gar nicht selten die schon von Wakkernagel bestimmte $q = a' : \frac{3}{11}a' : \frac{3}{8}a'$; wegen ihrer Streifung und Kleinheit läßt sie sich gewöhnlich nicht messen, allein sie geht der Streifung von s parallel, und stumpft die Kante zwischen m′u ab, woraus sich ihr complicirter Ausdruck ergeben würde. Nun kommen in dieser Zonenrichtung s/q wieder eine ganze Reihe von Flächen vor, worunter auch eine Gegen- $u' = a' : \frac{1}{4}a' : \frac{1}{3}a' : c$, und Gegen-$n' = a' : \frac{1}{13}a' : \frac{1}{12}a'$ nebst den einfachen $o' = a' : \frac{1}{3}a' : \frac{1}{2}a'$, welche der Haupttrapezreihe fehlt. Viele sind zu klein, als daß sie sich durch Messung



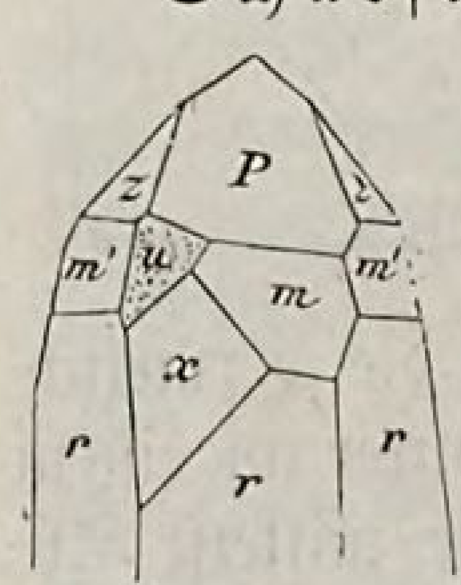
bestimmen ließen, daher das Ungewisse, und vielleicht auch die vermeintliche Menge: Hr. Descloizeaux erhob ihre Zahl auf 16, darunter an einem riesigen Krystall von Piemont $n_2 = c : a' : \frac{1}{28}a' : \frac{1}{27}a'$, die mittelst Abdruck in Siegellack gemessen werden konnte. Zu dieser Reihe gehören noch die obern Trapezflächen, Kante s/P abstumpfend. Länger bekannt ist $t = a : \frac{3}{5}a : \frac{3}{2}a : c$, sie kommt häufig zwischen den Feldspathzwillingen von Baveno vor, zumal wenn die kleinen glänzenden Bergkrystalle mit Flußspath einbrechen. Descloizeaux hat nicht blos in dieser Zone, die im Sinne der Streifung liegt, sechs neue t_1 bis t_6 bestimmt, sondern

auch an der Gegenkante eine ganze Reihe von τ besonders von Traversella aufgeführt, die bis dahin noch gar nicht beachtet waren: $\tau = a' : \frac{3}{4}a' : 3a' : c$ und $\tau_7 = a' : \frac{17}{18}a' : 17a' : c$ bilden die Grenzglieder, letztere $\tau_7/z = 177^\circ 21'$ kommt dem Dihexaeder übermäßig nahe. Ob sie gleich den Streifen der Rhombenflächen s gegensinnig liegen, so müssen die Axenausdrücke doch gestrichelt werden, weil als Dreikantner gedacht der stumpfe Winkel wie der scharfe bei den Haupttrapezflächen liegt. Dieser Widerspruch ist für die systematische Darstellung nicht angenehm. Alle diese untergeordneten Flächen gruppiren sich ausschließlich um die Rhombenfläche s. Descloizeaux zeichnet sogar einen merkwürdigen Krystall aus **Brasilien**, woran s von 4 Flächen umgeben wird $v = \frac{1}{8}a\,\frac{1}{7}a$, $w = \frac{3}{10}a'\,\frac{3}{7}a'$, $t_2 = \frac{2}{3}a\,2a$, $\tau = \frac{3}{4}a'\,3a'$. Die Streifung der s genügt, ihn zu den rechts drehenden zu zählen. Der Krystall ist übrigens noch durch ein stumpferes Rhomboeder $a^4 = 2a : 2a : a : c$ ausgezeichnet; ferner wie bei Carrara mit den hemiedrischen Säulenflächen $d = a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$ und $k, = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{4}a : \infty c$. In Bezug auf die Zahlenverhältnisse der Trapezflächen glaubt G. Rose auch wieder nur drei an jedem Ende des einfachen Krystalls annehmen zu sollen, die an den Enden der abwechselnden Säulenkanten auftreten, und allerdings findet man z. B. bei den Rauchtopasen der **Grimsel** und des Chamounithales diese Anordnung in auffallender Weise bestätigt. Freilich kommen dann immer wieder Stücke vor, die dem Gesetze sich nicht fügen, aber dann zur Erklärung doch wenigstens zwillingsartige Grenzen zeigen. Auch hier muß es auffallen, daß nur Individuen der gleichen Drehung mit einander verwachsen, selten erscheinen Krystalle mit linken und rechten Trapezflächen. Interessant ist in dieser Beziehung ein brasilianischer Amethyst, der unter den Flächen P einen vollständigen Dreiunddreikantner x hat, dennoch konnte G. Rose daran nicht die Spur einer Zwillingsgrenze wahrnehmen.

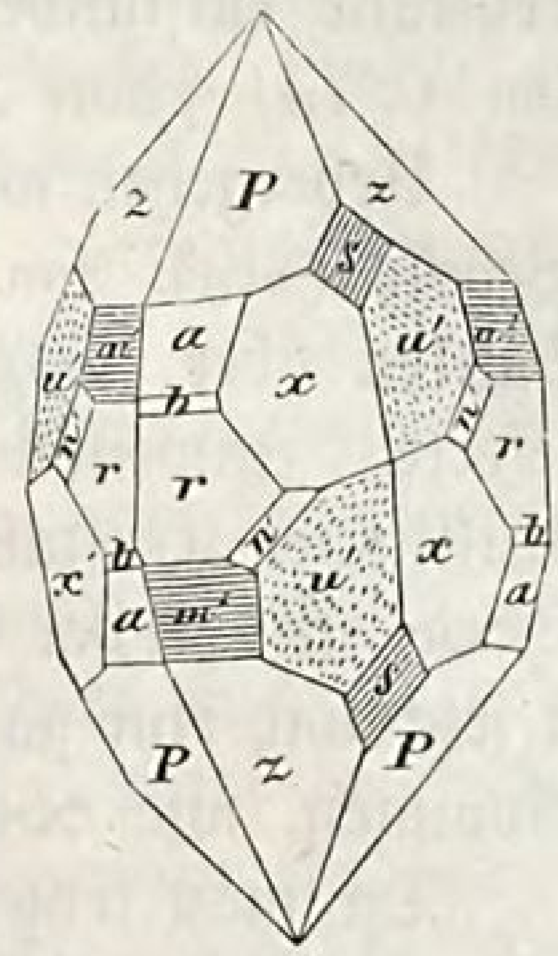


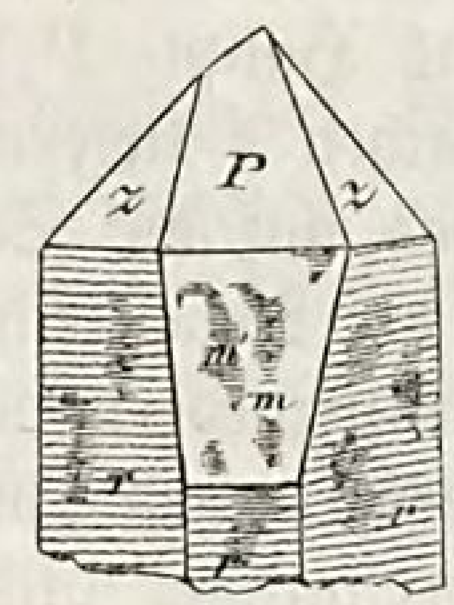


Schärfere Dihexaeder kommen eine ganze Reihe vor, nach Descloizeaux von $a : a : \frac{8}{9}c$ bis $a : a : 46c$, und an ihnen läßt sich die rhomboedrische Ordnung am besten nachweisen, wiewohl auch hier wieder die geringe Deutlichkeit der Flächenausbildung sich hinderlich in den Weg stellt. Bei den Schweizern ist die Fläche $m = \frac{1}{3}a : \frac{1}{3}a : c : \infty a$ unterhalb P stark glänzend, sie fällt mit der Trapezfläche y in eine Zone; unter z liegt dagegen eine m' mit feinen aber markirten Horizontalstreifen. Sie ist häufig durch einen Horizontalstrich in 2 Theile getheilt: der untere $\frac{2}{7}a' : \frac{2}{7}a' : \infty a : c$, der obere dagegen $\frac{1}{3}a' : \frac{1}{3}a' : \infty a : c$, daher nahmen Hauy und viele Spätere es geradezu mit $\frac{1}{3}a : \frac{1}{3}a$ für Dihexaeder. Manchmal gewinnen diese schärfern Flächen bedeutende Ausdehnung, dann kann ein



förmliches Rhomboeder entstehen: wie am St. Gotthardt mehrere quergestreifte, von G. Rose als $\frac{1}{7}a':\frac{1}{7}a':\infty a:c$ und $\frac{1}{11}a':\frac{1}{11}a':\infty a:c$ bestimmte; gestrichelt, da sie immer unter z liegen. An den so complicirten mit Sphen bei Dissentis lagernden Krystallen hat schon Haidinger $a = \frac{1}{4}a:\frac{1}{4}a:\infty a:c$ bestimmt, G. Rose noch $b = \frac{2}{11}a:\frac{2}{11}a:\infty a:c$. Es sollen ferner unter P $\frac{1}{2}a:\frac{1}{2}a:\infty a$, $\frac{1}{6}a:\frac{1}{6}a:\infty a$, unter z $\frac{1}{2}a':\frac{1}{2}a':\infty a$ an andern Orten vorkommen, so daß es nicht an Menge wohl aber an Zonenverhältnissen mangelt. Daß diese Flächen alle rhomboedrisch auftreten, geht zuweilen aus den Zwillingen hervor. Denn man findet öfter die Rhomboederfläche plötzlich durch eine Grenze unterbrochen, über welche hinaus sie nicht fortgeht, was sich namentlich zwischen m und m' öfter ziemlich sicher entscheiden läßt. G. Rose geht aber noch weiter: bei Schweizerkrystallen ist oft die dreifach schärfere m (oder wenigstens in ihrer Region) mit matten fein quergestreiften Flecken bedeckt, die durch ihr Aussehen an das von $m' = \frac{2}{7}a':\frac{2}{7}a'$ lebhaft erinnern. Dies sollen daher Zwillinge sein, woran das eine Individuum seine m' in den Sextanten vom m des andern legt. Auffallender Weise treten alle rhomboedrischen Modificationen meist zwischen Dihexaeder und Säule. Nur in seltenen Fällen kommen stumpfere Dihexaeder vor, doch führte schon Hauy (Traité Minér. 2 ed, II. 240) einen émarginée f von Oberstein auf, die später unter $\xi = c:2a:a:2a$ noch öfter gefunden wurden. In den schwarzen Kalken von Quebeck stumpft $a':a':\frac{1}{2}c$ die Endkante des Hauptrhomboeders P ab; dazu fand dann Descloizeaux in Brasilien das Gegenstück $a:a:\frac{1}{2}c$, und $a:a:\frac{2}{5}c$ und $\frac{13}{19}c$ als große Seltenheiten. Am allerunsichersten möchte jedoch die





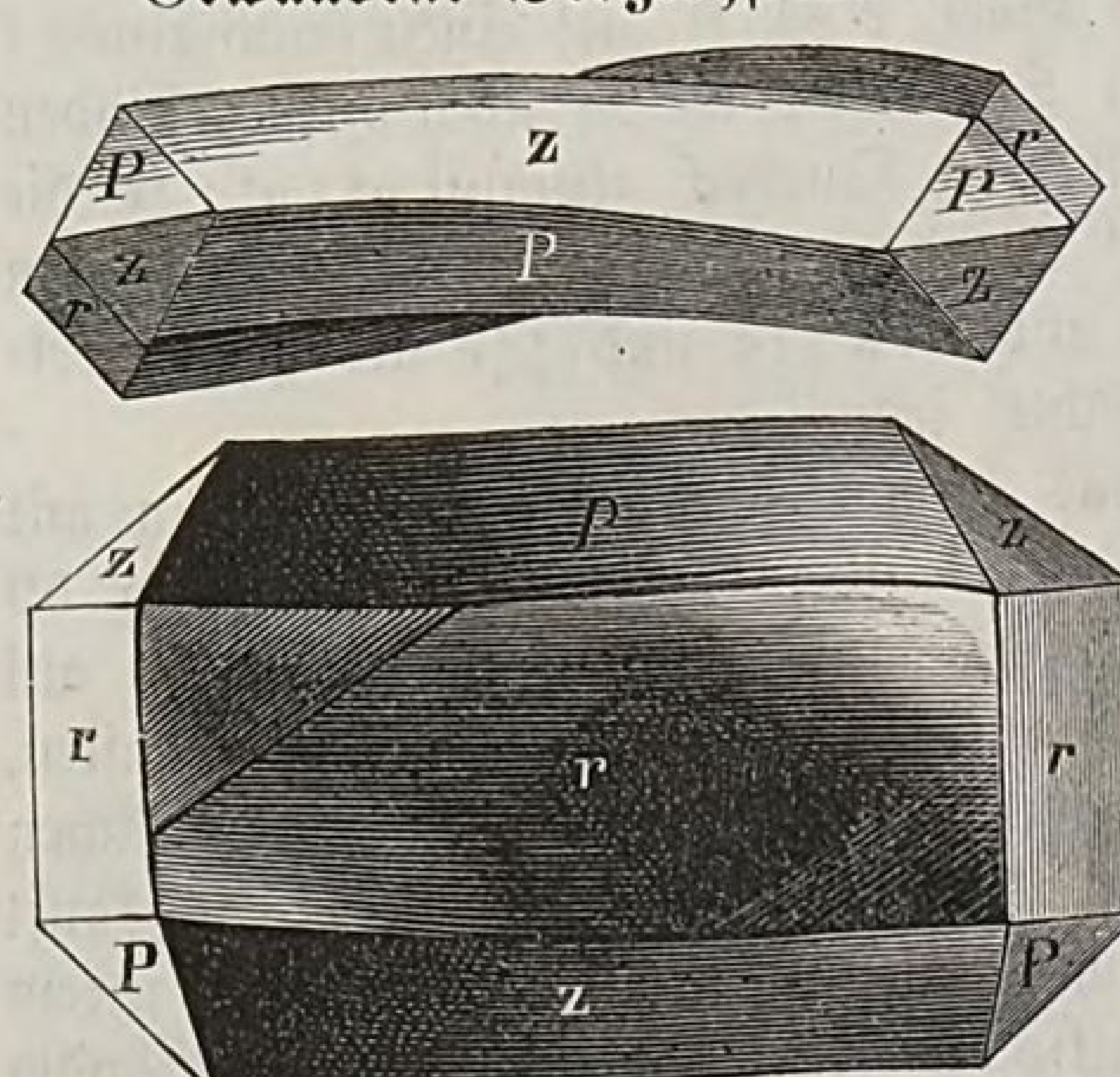
Geradendfläche sein, alles was davon angegeben wird, kann mit Grund angezweifelt werden, selbst die Beispiele von Descl. l. c. Fig. 59 und 60. Der Quarz hat nämlich die unvermuthete Eigenschaft, auf fremden Krystallen (Flußspath, Kalkspath, Schwerspath 2c.) leicht zu haften, und diese stören seine Krystallisation dergestalt, daß die Ansatzflächen nicht selten glatt und glänzend wie Krystallflächen erscheinen: so kauft man in Amstäg Krystalle aus dem Maderanenthale, welche in ihrem Wachsthum durch die dortigen Kalkspathtafeln plötzlich und vollständig behindert sind. In diesen zahllosen Störungen kommen auch Kalkspäthe mit ihrer dreiseitig gestreiften Geradendfläche genau senkrecht gegen die Hauptaxe c des Quarzes zu liegen, und um die Täuschung voll zu machen, orientiren sich sogar die Spathstreifungen gegen die Nebenaxen des Quarzes, was vielleicht auch in einer gewissen Anziehung beider seinen Grund hat. Auf den Sächsischen Erzgängen gibt besonders der Flußspath Eindrücke und Afterflächen: die kleinen Bergkrystalle sitzen so leicht auf, daß man sie mit geringem Druck unverletzt abheben kann, wobei

dann die Afterflächen zum Vorschein kommen, die zuweilen glänzende Geradendflächen nachahmen. Zu Beralston in Devonshire scheint Flußspath mit Quarz zugleich krystallisirt zu sein, wodurch treppenförmige Krystalle entstanden, die unter dem Namen Babelquarz (G. Rose Pogg. Ann. C. 142) schon Hauy irre leiteten.

Uebergehen wir die Zuschärfungen der Dihexaederkanten, die besonders Websky (Pogg. Ann. 99. 297) bestimmte, so bleiben nur die **hemiedrischen Säulen** über, wozu besonders der Marmor von Carrara die Exemplare lieferte. Zuweilen fällt zwar die Hemiedrie sehr auf, wie z. B. am obigen Brasilianer Krystall pag. 226. Die zweite Säule hat das Zeichen $a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$, und zu der längst bekannten 6 + 6kantigen Säule $d = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : \infty c$ ist jetzt noch eine ganze Reihe freilich viel unsicherer kleinerer Abstumpfungen gekommen, wie $\infty c : \frac{1}{4}a : \frac{1}{3}a$, $\frac{1}{5}a\ \frac{1}{4}a$, $\frac{1}{6}a\ \frac{1}{5}a$, $\frac{5}{13}a\ \frac{5}{8}a$, $\frac{2}{5}a\ \frac{2}{3}a$, $\frac{3}{7}a\ \frac{3}{4}a$ 2c.

Da man trotz dem dihexaedrischen Ansehen den Quarz dirhomboedrisch nehmen muß, so ist natürlich auf die Lage zu achten, ob die Flächen wie das Haupt- P oder wie das Nebenrhomboeder z liegen. Die Rhombenflächen s liefern den Wendepunkt, da sie keiner Abtheilung angehören: was auf die Seite von P fällt gehört der Haupt- und was auf die von z der Nebenreihe an. Namentlich gilt das auch von obern und untern Trapezoedern, welche zwar im Allgemeinen blos linken oder rechten Rhomboedern von Zwischenstellung angehören, aber sechszählig gedacht einen Dreikantner bilden, der seine stumpfe Endkante entweder über P (Hauptreihe) oder über z (Nebenreihe) hat.

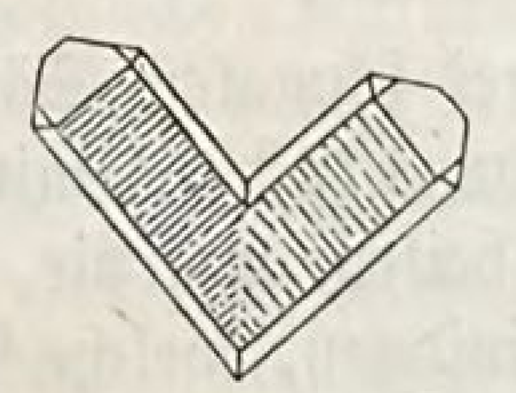
Gewundene Bergkrystalle nannte Weiß (Abh. Berl. Akad. 1836. 187) die in der Schweiz nicht seltenen vierseitigen Tafeln, die an beiden Enden frei gegen die Regel mit einer der Seiten a aufwuchsen. Die Tafeln entstanden durch Ausdehnung zweier parallelen Säulenflächen r, woran die nebenliegenden r, und die gegenüberliegenden P und z Zuschärfungen bilden. Eine am freien Ende sehr ausgebildete Trapezfläche fehlt nie, und ihr entsprechend sind alle seitlichen Flächen (die Enden bei a und f nicht) **doppeltgekrümmt**, entweder rechts oder links: legt man



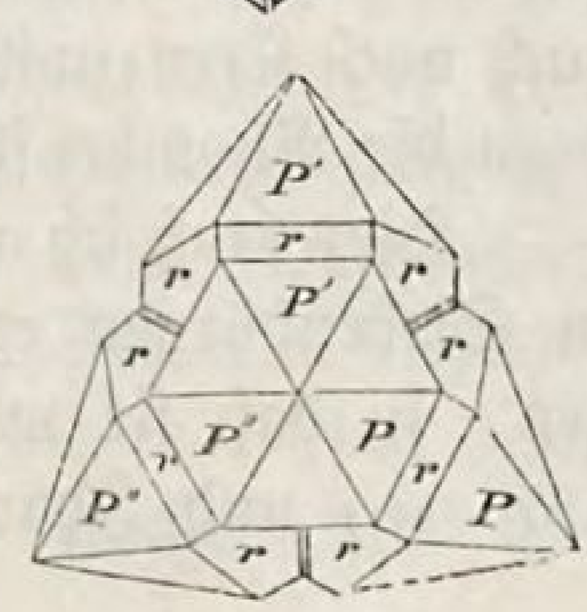
die Daumen in einer Diagonale der Tafeln gegenüber auf die obere, die Zeigefinger in der andern Diagonale auf die untere Fläche, drückt mit den Daumen hinunter und mit den Zeigefingern herauf, so würde bei Nachgiebigkeit der Masse die Doppelkrümmung entstehen; liegt der rechte Daumen dabei am Oberende, so entsteht ein rechts- am untern Ende ein linksgewundener. Wie stark diese Drehung für das bloße Auge ist, zeigt unsere Horizontalprojection am besten: die zwei Säulenflächen r treten oben links und

unten rechts hervor, daraus folgt, daß die Hauptaxe c gegen die Horizontalebene (Geradendfläche c:∞a:∞a:∞a) oben nach rechts und unten nach links neigt, nur in der Mitte steht sie senkrecht. Sie hat daher längs der Queraxe a von unten nach oben eine Schraubenbewegung gemacht, die Ebene a : $\frac{1}{2}$a : a : ∞c (zweite sechsseitige Säule), worin sie liegt, blieb sich dabei parallel. Oder da die Sache reciprok ist, so kann man auch sagen, die Queraxen a a a bewegten sich längs c in einer Schraube, die bei einem Meter Länge reichlich einen Umgang machen würde. Läßt man auf den gekrümmten Flächen einen horizontalen Fensterrahmen spiegeln, so geht derselbe der Durchschnittslinie der Trapez- mit der Säulenfläche parallel. Da nun diese Zone auf der einen Seite der obern, auf der andern der untern medianen Endkante des Dihexaeders parallel geht, so schneiden sich die Fensterrahmen unter 84° 34', also unter demselben Winkel, wie die in den Dihexaederecken sich gegenüberliegenden Endkanten. Merkwürdig ist auf den krummen Schraubenflächen die unendliche Zahl paralleler Reflexbilder, die einem Parquetboden gleichen.

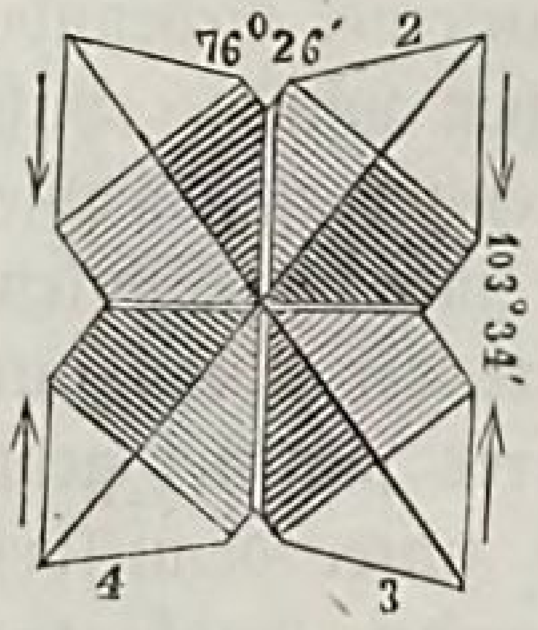
Zwillinge. Am häufigsten die schon genannten Dauphinéer, und da das unvollzählige Auftreten der Rhomben- und Trapezflächen blos Folge von Zwillingsbildung ist, so gehört nur der geringste Theil der edlen Quarze zu den einfachen Krystallen. Als Seltenheit kommen auch Durchkreuzungen vor. Schon Weiß (Abh. Berl. Akad. 1829. 31) beschrieb aus der Dauphiné einen Zwilling, woran die Individuen das nächste stumpfere Dihexaeder f = 2a : a : 2a : c gemein hatten und umgekehrt lagen, es spiegelt also von den Säulenflächen r nur eine ein, und die Hauptaxen c scheiden sich unter 84° 34'. Unerwartet häufig fand ihn Jenzsch (Zeitschr. deutsch. Geol. Ges. 1854 VI. 245) auf Arsenikkies von **Munzig** (zwischen Meißen und Siebenlehn), woran die Schärfe und Menge entschieden für das Gesetz spricht. Hr. Q. Sella (Memor. Accad. Turino 1856. XVII) führt vortreffliche Beispiele aus den Magneteisenlagern von Traversella auf. Bemerkenswerth ist dabei, daß die Rhomboeder P und z in den Zwillingsindividuen nicht immer miteinander correspondiren. Auch wird ein Dihexaederzwilling (l. c. tab. V. Fig. 48—50) abgebildet, welcher wie beim Kalkspath das nächste **stumpfere Rhomboeder** a' : a' : $\frac{1}{2}$c gemein hat. Wenn er als Kreuzzwilling auftritt, so liegen jetzt statt der Säulenflächen die Säulenkanten r/r und r'/r' im Niveau des Blattes, während die unten (z', z') und oben (P, P') anstoßenden Flächen senkrecht gegen die Niveauebene stehen, und wie die Pfeile andeuten gehen die Rhomboederkanten P/P und P'/P' miteinander der gemeinsamen durch eine Doppellinie bezeichneten Zwillingsebene parallel. G. Rose (Pogg. Ann. 83. 461) wurde durch eine unscheinbare Quarzdruse aus dem Serpentin von Reichenstein in Schlesien überrascht, worauf sich Vier-

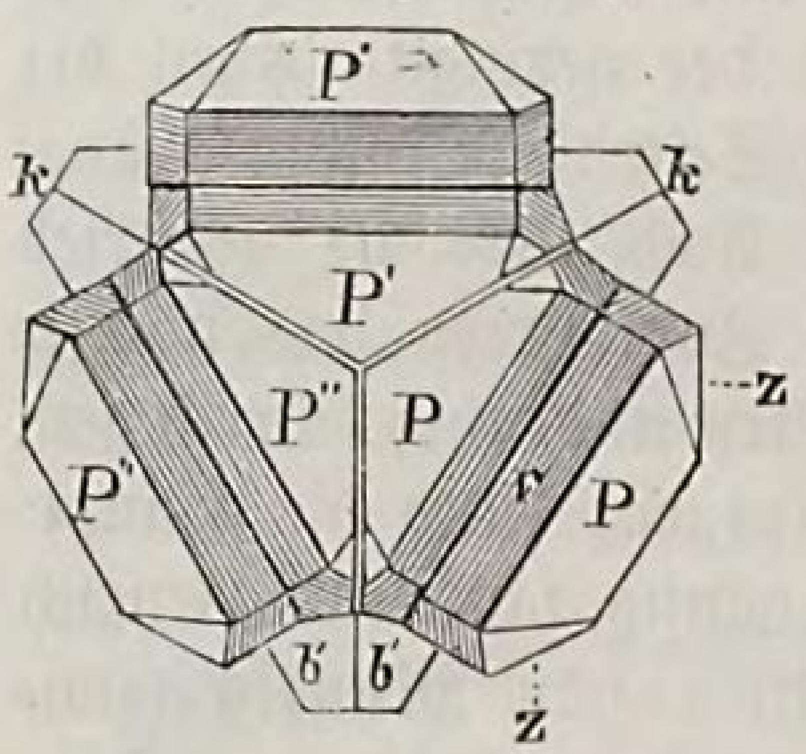






linge fanden, an welchen die Dihexaederflächen P P, P'P' und P''P'' einspiegelten, und zwar hatten sich in rhomboedrischer Ordnung drei Nebenindividuen P P' P'' an ein viertes Centralindividuum gelegt, außer der Spiegelung einer P würde noch eine Fläche der zweiten sechsseitigen Säule einspiegeln, wenn sie vorhanden wäre. Denn diese Zwillinge gehören auch zu der Abtheilung mit den Kanten im Niveau, welche sich unter 103° 34' schneiden. Greifen wir eins der Kreuze heraus, wie es Jenzsch (Jahrb. 1872. 223) gethan, so ist das Verständniß sofort da: Stücke 1 und 2 (3 und 4) haben die senkrechten Dihexaederflächen gemein, welche die Pfeile bezeichnen, und beide gehen der doppellinigen Zwillingsebene parallel; Stücke 2 und 3 (1 und 4) spiegeln mit ihren durch die Gegenpfeile bezeichneten Dihexaederflächen, und begrenzen sich mit der Ebene, welche auf die Zwillingsebene senkrecht steht. Das Gesetz ist daher völlig analog dem Fünflinge beim Scharfmangan. Die Einwendungen von Hessenberg (Jahrbuch 1854. 306) sind nichtig. Wohl aber machte Hr. Dr. Eck (Ztschr. deutsch. geol. Ges. 1866. 426) dazu noch eine wesentliche Beobachtung: derselbe fand in den drei Ecken bei k das Flächenpaar des ersten stumpferen **Kalkspathrhomboeders** b' = c : 2a' : 2a' : ∞a, worauf sich die Quarzindividuen mit ihrer unteren Rhomboederfläche symmetrisch dergestalt gelagert hatten, daß die drei Zwillinge P/P, P'/P', P''/P'' nicht alterirt waren, ihre Zwillingsebene lag in der horizontalen Diagonale der Flächen des Kalkspathrhomboeders. Dagegen bemerkte er über dem Kalkspathe, daß die drei schmalen Säulenflächen in der Mitte geknickt einen stumpfen Winkel von 174° 46' mit einander machten: das mittlere Stück bestand aus drei Theilen, wie die Doppellinien zeigen. Es sind somit statt vier sechs Individuen, welche sich zu drei Zwillingen gruppiren, die der Kalkspath nach drei Richtungen unter 120° angezogen hat. Schon Breithaupt (Vollst. Hdb. Miner. 1836 I. 309) hatte von Schneeberg Stufen, woran zahllose kleine Quarzdihexaeder mit Säule parallel einer Dihexaederfläche symmetrisch vom Kalkspath angezogen waren (l. c. 1847 III. 673 Fig. 344), aber so fremdartig wie in Schlesien oder nun vollends von der Grube Wolfgang Maassen bei Schneeberg (Rammelsberg, Monatsb. Berl. Akad. 1874. 684 Fig. 1. a.), woran blos das innere Stück vorhanden ein förmliches Kalkspathrhomboeder b' bildet, waren sie nicht. Endlich erwähnt Breithaupt (l. c. III. 666) auch noch Kreuzzwillinge von 48° 54', welche mit einer Säulenfläche im Niveau die Rhombenfläche s = a : ½a : a gemein haben, und umgekehrt liegen.

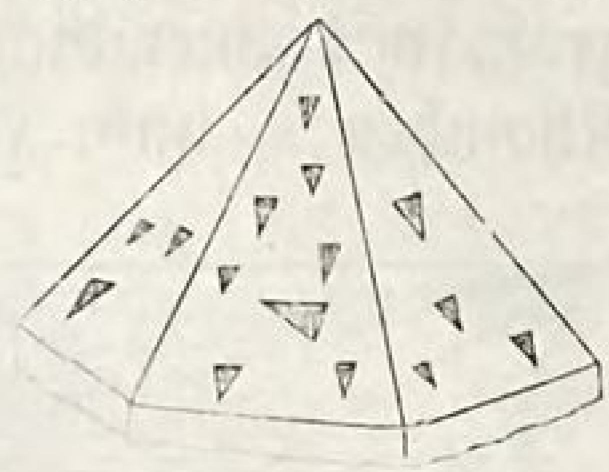




Hier muß ich auch an Rhomboeder im blauen Chalcedon von Treßtyan in Siebenbürgen erinnern, die zuweilen längs der Endkanten Kerben zeigen, so daß sie mit Doppelkanten endigen, wie es sich zu Lizzo (Jahrb. 1875. 631) und Idar sogar bei Dihexaedern findet. Letztere kann man als

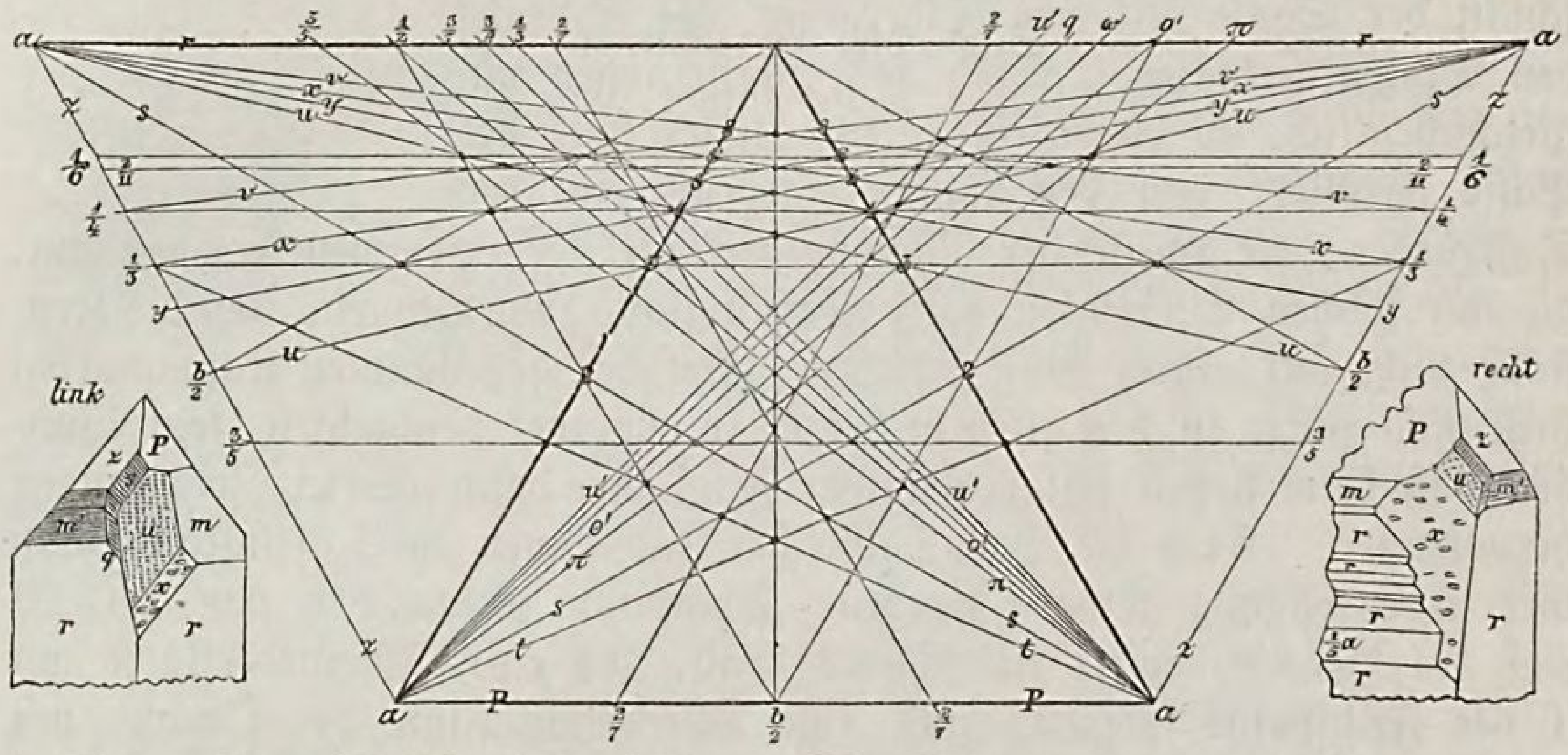
Durchwachsung von zwei Dirhomboedern ansehen, die ihre Gegenrhomboeder z nach außen kehren.

Dreieckige Vertiefungen finden sich auf allen Quarzen, besonders schön auf Amethysten. Gewöhnlich sind es kleine gleichschenklige Dreiecke mit den Winkeln der Dihexaederfläche, die aber umgekehrt stehen: ihre Basis entspricht dem Durchschnitt der Säule mit dem Dihexaeder, die Schenkel den Dihexaederkanten. Sind die Vertiefungen ungleichschenklich, so bleibt eine Seite immer noch der Basis parallel, von den andern entspricht eine der Dihexaeder-, die zweite der Rhomboederkante. Es kommen Formen vor, die mit solchen Eindrücken ganz übersät sind, zum Beweise, daß die Krystalle nicht aus einem Guß bestehen. Bei den sogenannten Kappquarzen sieht man junge in den alten mehrfach in einander geschachtelt, kein Wunder, daß beim Aetzen mit verdünnter Flußsäure dann allerlei Zeichnungen hervortreten. Auch die Parallelität der Individuen im Schriftgranit muß hier in Erwägung gezogen werden: Breithaupt (Vollst. Hdb. Min. 1847 III pag. 501 Fig. 300) liefert ein schönes Bild, wo eine Dihexaederfläche mit T des Feldspaths spiegelt, und eine Durchschnittslinie der Quarz- mit der Feldspathsäule der Feldspathkante T/y parallel geht. Gern erinnere ich an die prachtvollen Bergkrystalle von Lomnitz zwischen Hirschberg und Schmiedeberg im Riesengebirge, wo auf einer handgroßen Fläche des Feldspaths über hundert Individuen ihre Köpfe hervor strecken, alle parallel. Rhomben und Trapezflächen weisen an unserm Stücke (Epochen pag. 115) zwar nur auf linke Windung, allein ich habe auch andere Exemplare, worauf linke und rechte hervorschauen. In der Schweiz endigen dicke Säulen mit zahlreichen Dihexaederspitzen wie gothische Kirchen. Schwierig sind die dreieckigen Linien zu erklären, welche sich auf den Dihexaederflächen in zarten Linien erheben (Lang Sitzungsber. Wien. Akad. XX. 392). Hr. Bergrath Jenzsch (zur Theorie des Quarzes 1861. Publication Königl. Preuß. Akad. Erfurt) hält es für Folge von ungleichen Neigungen der Flächen P und z gegen Axe c. Er knüpft ausführlich an die Breithaupt'schen Ideen pag. 139 an, und erklärt daraus sogar die Circularpolarisation. Die Literatur über die Quarzkrystallisation ist im letzten Decennium so vermehrt, daß ich die Grenzen weit überschreiten müßte, sollte ich auch nur das Wichtigste davon anführen. Am ausführlichsten handelt darüber Hr. Dr. E. Weiß (Abh. Nat. Gesellsch. Halle 1860. V. 53), derselbe bespricht 62 verschiedene Rhomboeder, 52 Trapeze ꝛc., zusammen 179 verschiedene Formen. Rechnet man ohne die Parallele nur jede mit 3 Flächen, so gibt das eine übermäßige Zahl, zu welcher besonders Hr. Descloizeaux pag. 225 (Naumann, Jahrb. 1856. 146) durch Herbeiziehung der complicirten Formen aus dem Marmor von Carrara, dem Magneteisen zu Traversella und den Achaten von Brasilien ꝛc. das Material lieferte. Nehmen wir dazu den Quadro von Q. Sella (Accad. Scienze Turino Febr. 1856), und was sonst Rath, Websky ꝛc. von einzelnen Flächen noch an-



geben, so haben wir eine ziemlich vollständige Liste. Mancher fühlt sich überwältigt, doch will ich an der Hand der Projection zeigen, wie leicht bei einiger Uebung Kritik zur Einsicht führt. Zur

Projection bedarf es nur eines halben Sechsecks, aber möglichst groß, mit einer dicken P und zwei dünnen z: dann liegen links die linken Rhomben s und Haupttrapeze u y x v, rechts die rechten, wornach die



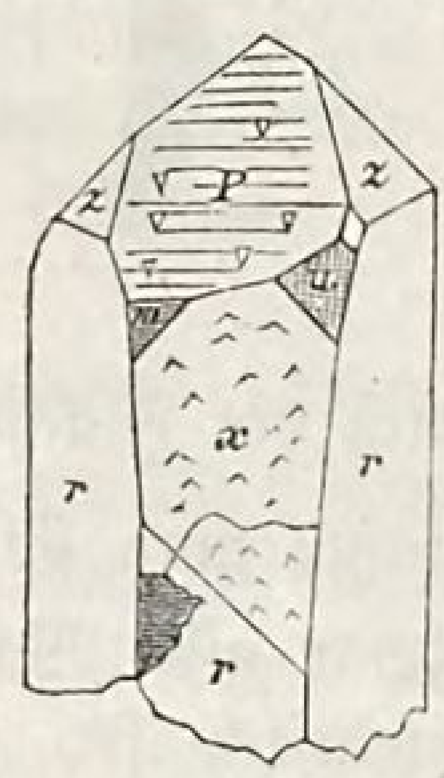
optischen Eigenschaften sich richten. Die linken und rechten Gegentrapeze $\pi o'qu'$ fallen dazwischen neben P. Nur diese viererlei hat man je nach dem Bedürfniß einzutragen, dazu dann die zwei Ordnungen von Rhomboedern, wo man sie braucht.

1. **Linker Bergkrystall** von Wallis. Die drei Flächen P, m und x glänzen stark und geben $P/m = 156^0$ $m/x = 169^0$, wornach sich $m = \frac{1}{3}a\frac{1}{3}$ erweist, und da x m z rechts eine Zone bilden, so ist $x = \frac{1}{6}a\frac{1}{5}$ abgeleitet. Es zeigt im Mikroskop horizontal gestellte elliptische Punkte, während $u = \frac{1}{4}a\frac{1}{3}$ eigenthümlich facettirte Warzen hat, und überdies mit Säule r links und Dihexaeder m rechts in eine Zone fällt. Unter $m = \frac{1}{3}a\frac{1}{3}$ kommen noch zwei mikroskopische Dihexaeder vor, schärfer und stumpfer als $\frac{2}{11}a\frac{2}{11}$, in dessen Diagonalzone x fallen müßte. Unter z liegen zwei Rhomboeder, das untere $m' = \frac{2}{7}a\frac{2}{7}$ erkennt man schon durch seine zarte Horizontalstreifung, auch gab die Messung $m'z = 154^0\,25'$. Gemäß dieser Bestimmung muß die zarte Abstumpfung zwischen m'u der rechten Gegentrapezfläche $q = \frac{3}{11}a'\frac{3}{8}$ angehören, ihre Streifung folgt der Streifung von s, womit sie in eine Zone fällt. Daraus folgt mit Sicherheit, daß wir einen links gewundenen Krystall vor uns haben, wie ich mich an andern Exemplaren überzeugte. Obgleich dieser Ausdruck von $q = c : a' : \frac{3}{11}a' : \frac{3}{8}a'$ sich nicht durch Einfachheit empfiehlt, so ist er doch unter den Gegentrapezen bei Schweizer Krystallen der gewöhnlichste. Viel seltner kommt die Abstumpfung von Kante x/m' welche sich durch ihren reichlichen Zonencomplex sogleich als $u' = \frac{1}{4}a'\frac{1}{3}$ ergeben würde. Zwischen q und s liegt noch eine kleine rhombische Abstumpfung; ist die schmale Rhomboederfläche über $m'\frac{1}{5}a'\frac{1}{5}$, wie es den Anschein hat, so ist die Trapezfläche $\omega = \frac{3}{10}a'\frac{3}{7}$. Gewöhnlich lassen sich solche kleine Dinge nicht

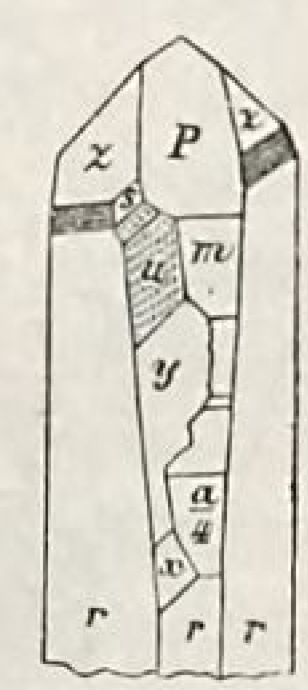
sicher messen, sie haben daher auch keinen besondern wissenschaftlichen Werth.

2. Der **rechte Bergkrystall** von Wallis läßt sich nach Betrachtung des linken schon mit einem Blick übersehen. Das Mikroskop ist für u und x sogleich entscheidend, facettirte Warzen (u) und horizontalelliptische Punkte (x) lassen gar keinen Zweifel, trotzdem daß beide dem bloßen Auge fast gleich matt erscheinen. Lege ich die Säule mit voriger parallel, so spiegeln $m = \frac{1}{3}a\frac{1}{3}$ und $m' = \frac{2}{7}a'\frac{2}{7}$ in beiden ein, so daß es mit Rücksicht auf ihr Ansehen keiner besondern Messung bedarf. Das linke Gegentrapez $q = \frac{3}{11}a'\frac{3}{8}$ zwischen m' und u ist damit gegeben. Jetzt bleibt nur noch das Rhomboeder $\frac{1}{5}a\frac{1}{5}$, welches die breite Säule r treppenförmig macht, zum Messen sich schlecht eignet, aber mit x/r in eine Zone fällt.

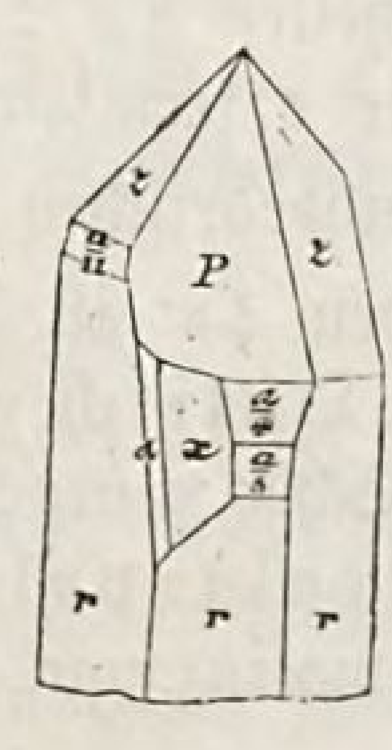
3. **Rauchtopas** aus der Schweiz mit rechten und scheinbar linken Haupttrapezen. Man bekommt das, sobald eine Trapezfläche die ganze Breite der Seiten einnimmt, dann bleibt für die schärfern Dihexaeder, wie in diesem Falle für $m = \frac{1}{3}a\frac{1}{3}$, nur noch ein dreiseitiger Raum, der zwar Aehnlichkeit mit Trapezflächen hat, aber schon durch seine Streifung und Horizontalkante P/m sich hinlänglich verräth. Das große Trapez $x = \frac{1}{6}a\frac{1}{5}$ ist zwar fast eben so rauh als $u = \frac{1}{4}a\frac{1}{3}$, allein die Rauhigkeiten erscheinen wie verworrene Erhabenheiten, ähnlich geschliffenen Schriftgranitplatten. Markirte Streifenstücke auf der Säule und dreieckige Vertiefungen auf P weisen auf verschiedene Individuen.



4. **Rauchtopas** mit drei linken Trapezflächen u y x; u läßt sich durch ihr Ansehen und y durch Parallellegen gleich erkennen; x/y maß 2° 34', woraus sich $y = \frac{1}{5}a\frac{1}{4}$ ergibt. Das obere Dihexaeder in der Zone r u m muß $m = \frac{1}{3}a\frac{1}{3}$ sein, darunter aber sind viele Absätze, gegen welche y bauchig abschneidet, nur einer davon liegt entschieden mit y r in einer Zone, woraus sich der für die Projection sehr gefügige Ausdruck $\frac{1}{4}a\frac{1}{4}$ ergibt. Unter z liegen die horizontal gestreiften $\frac{2}{7}a'\frac{2}{7}$. Ein Strich über u deutet zwar noch eine höhere Trapezfläche an, aber sie läßt sich nicht messen, und bietet wenig Interesse.

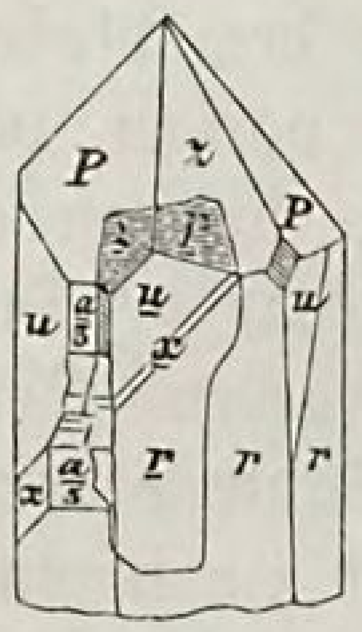


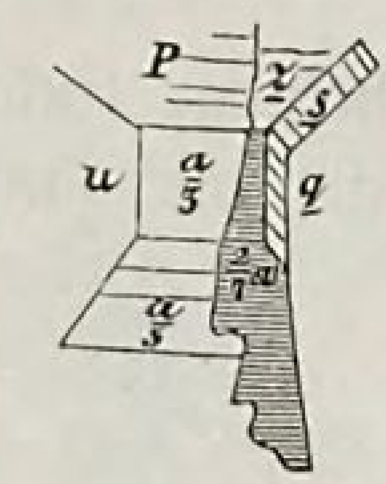
5. **Gyroidflächen**, die in keine der Endkantenzonen des Dihexaeder fallen, waren früher nur wenig bekannt. Erst Hr. Descloizeaux hat sie nachgewiesen. Dahin gehört z. B. $\alpha = c : \frac{1}{5}a' : \frac{1}{75}a'$, zwischen x und r gelegen: $\alpha/r = 176 \cdot 31$, $\alpha/x = 131 \cdot 53$. Man kann eine solche Fläche kaum noch eintragen. Nach der Zeichnung fällt sie zugleich mit dem Rhomboeder $\frac{1}{5}a\frac{1}{5}$ in eine Zone, wodurch wenigstens ein Zonenpunkt unmittelbar festgestellt ist. Solcher »Faces isolées« werden eine ganze Menge angeführt, um x allein 9, zwischen x/P, $x/\frac{a}{13}$, $x/\frac{a}{16}$ und $x/\frac{a}{46}$ gelegen. Wie unpassend ihre Ausdrücke werden können, zeigt die Brasilianische



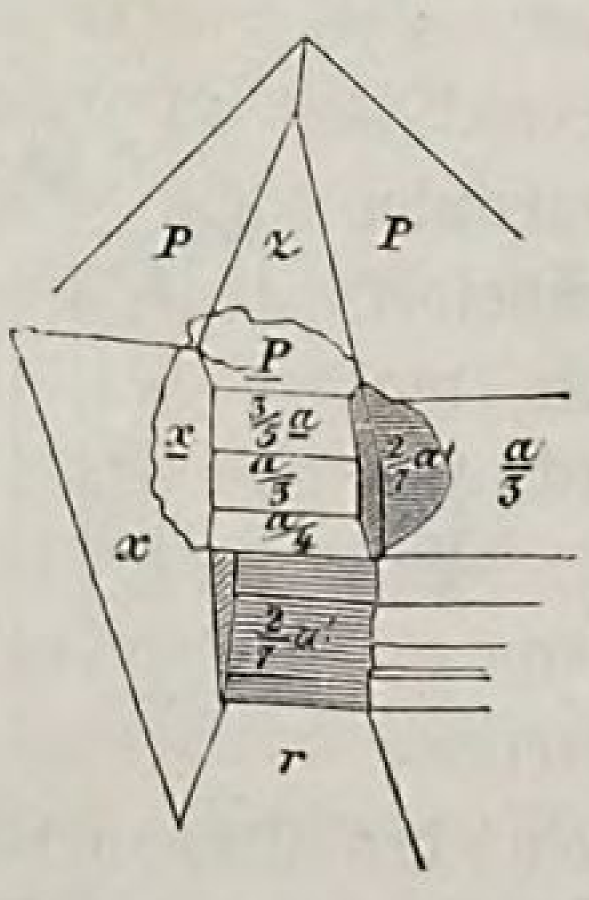
$o = d^1 \, d^{\frac{15}{17}} b^{\frac{9}{16}} = \frac{1}{16}c : \frac{1}{6}a' : \frac{1}{131}a' : \frac{1}{125}a'$ zwischen $\frac{a}{16}$ und $\frac{a'}{8}$. Wir können sie daher füglich übergehen.

6. **Zwillings-Andeutungen** findet man sehr oft, doch bleibt dabei meist einige Unsicherheit, die aber durch Aetzen in Flußsäure völlig gehoben wird. Es gibt nur trigonoedrisch geordnete Rhomben- mit links oder rechts zu geordneten Trapezflächen. Was sich mehr oder weniger zeigt, erklärt der Zwilling. Unser **Exemplar** aus dem **Wallis** hat drei auf einander folgende linke Trapezflächen u u u. Die mittlere u mit den Nachbarflächen z P x r ist durch Streifen und dunkele Stellen derartig abgegrenzt, als wäre sie zwischen die beiden andern u aufgeklebt. Gerade die kleine glänzende Rhomboederfläche $\frac{a}{3}$, die ich **vergrößert** darunter setze, ist sehr merkwürdig durch einen matten Nebenstreif von $\frac{2}{7}a' \frac{2}{7}$. Mit bloßen Augen nimmt man den schmalen Streif kaum wahr, allein unter dem Mikroskop außerordentlich deutlich. Daraus ergibt sich auch die Fläche $q = \frac{3}{11} a' \frac{3}{8}$. Würde man diese Streifen übersehen, so müßte man sie in die Zone $\frac{a}{3}/u$ stellen, und es käme dann $\omega = \frac{3}{10} a' \frac{3}{7}$. Zwar gibt Wackernagel eine solche Lage an, allein wenn der Quarz hemiedrisch ist, so kann das gar nicht sein. Ist Fläche x im Mikroskop erkannt, so ergibt sich Rhomboeder $\frac{1}{5} a \frac{1}{5}$ aus der Zone x/r.





7. **Krystall** abwechselnd mit drei rechten Trapezflächen x, drei matten Rhomboedern $\frac{2}{7}a' \frac{2}{7}$, drei glänzenden Rhomboedern $\frac{1}{3}a \frac{1}{3}$, und dreimal zwischen $\frac{1}{3}a$ und $\frac{2}{7}a'$ eine zarte Abstumpfung $\omega = \frac{3}{10} a' \frac{3}{7}$. Dabei herrscht P als Rhomboeder, kurz das Ganze zeigt dreigliedrige Ordnung, nur ein einziges mal unterhalb z, die sich durch die matte $\frac{2}{7}a' \frac{2}{7}$ sicher bekundet, kommen drei glänzende Rhomboeder $\frac{3}{5} a \frac{3}{5}$, $\frac{1}{3} a \frac{1}{3}$, $\frac{1}{4} a \frac{1}{4}$, welche auf diese Seite nicht gehören. Zugleich liegt links neben $\frac{2}{7}a'$ die schmale $\omega = \frac{3}{10}a' \frac{3}{7}$, ebenso rechts zwischen $\frac{a}{3}$ und $\frac{a}{3}$. Aber auch in letzterer bemerkt man mit der Lupe wieder ein Stückchen der gestrichelten $\frac{2}{7} a' \frac{2}{7}$, woraus bestimmt hervorgeht, daß das umkreiste Stückchen unter z fremdartig als Zwilling daran steht, und den Krystall aus seiner rhomboedrischen Ordnung brachte. Zwischen $\frac{a}{4}$ und der darunter folgenden $\frac{2}{7}a'$ ist daher auch ein einspringender Winkel.



Optisch einaxig, attractiv + d. h. der ordentliche Strahl wird schwächer gebrochen als der außerordentliche, o = 1,5484, e = 1,5582. Circularpolarisation pag. 132, nur dünne Platten zeigen in der Turmalinzange ein Kreuz, dickere blos farbige Flächen. Auch im Polari-

sationsmikroskop bleibt innen ein farbiger Fleck, wo das schwarze Kreuz nicht hinreicht. **Dreht man den Nicol rechts**, so durchlaufen die **rechts gewundenen blau roth gelb**, die **links gewundenen blau gelb roth**. Dieß hängt, wie schon Herschel bemerkte, von der Lage der Haupttrapezflächen ux ab, welche mit der Streifung von s in engster Verbindung stehen. Die Gegentrapeze scheinen ohne Einfluß. Legt man zwei gleich dicke links und rechts drehende Platten übereinander, so sieht man im Polarisationsmikroskop Airysche Spiralen. Nach Dorn (Pogg. Ann. 40. 614) gibt es auch an den Individuen mit linken und rechten Haupttrapezen Stellen, wo man Airy'sche Spiralen sieht, das würde dann der directeste Beweis für ihre Zwillingsnatur sein. Bei Brasilianischen Amethysten sieht man die Spiralen häufig. Auch die fortificationsartig gestreiften Quarze zeigen unregelmäßig concentrische Platten, welche abwechselnd zu den links und rechts drehenden gehören. Brewster Treatise on Optik pag. 286. Klare Bergkrystalle finden in der Optik mehrfache Anwendung. Einschlüsse von flüssiger Kohlensäure. Diamagnetisch (Monatsb. Berl. Akad. 1871. 148). Schwach thermoelectrische Nebenaxen (Abh. k. Sächsischen Ges. Wiss. 1872 X 363).

Härte 7, parallel der Axe c schwerer schleifbar, als senkrecht. Gew. 2,65, bei fremdartiger Beimischung darüber oder darunter gehend. Das Steinheil'sche Normalkilogramm pag. 153 hat 2,6509. Krystallinische Kieselerde, die durch Erhitzen in die amorphe von 2,2 Gew. übergeführt werden kann (Pogg. Ann. 108. 1). Viele schöne Farben und besondere Klarheit zeichnen ihn aus. Reibt man Bergkrystalle leicht an einander, so geben sie in der Finsterniß leuchtende Funken. Glaselektricität.

Vor dem Löthrohr unschmelzbar, allein im Knallgebläse bekommt man amorphe Tropfen, die ins Wasser fallend nicht zerspringen, durchsichtig bleiben, dem Hammer großen Widerstand leisten, und ihre optischen Eigenschaften verlieren. Man hat sie zu mikroskopischen Linsen vorgeschlagen (Gaudin Compt. rend. 1839. 711). Die Masse gepulvert löst sich im Aetzkali. Mit $\dot{N}a\ddot{C}$ auf Kohle unter Brausen eine klare Glasperle, wenn man genug Quarz hinzusetzte ($\ddot{T}i$ gibt unklare Perlen). Setzt man nicht genug hinzu, so wird die Kohlensäure nur unvollständig ausgetrieben und die Perle deßhalb nicht klar. Kieselerde im Ueberschuß wird dagegen gelöst, falls man die Masse nur noch schmelzen kann. Das Glas ist in Wasser löslich, erst wenn man noch eine andere Basis $\dot{C}a$, $\dot{P}b$ ꝛc. hinzusetzt, wird es unlöslich. Silicate geben trübes Glas, sie müßten denn sehr reich an Kieselerde sein. Von Phosphorsalz wird Kieselerde nicht angegriffen, diese schwimmt unverändert als Skelet in der Phosphorsalzperle. Flußsäure ätzt Quarz.

$\ddot{S}i = 46,6$ Si $+ 53,4$ O, oder Si : O $= 21 : 24 = 7 : 8$.

Bildung auf dreierlei Weise: 1) organisch. Die Asche von Fahnen der Vogelfedern besteht mehr als $\frac{1}{3}$ aus Kieselerde (Pogg. Ann. 70. 336); in den Seeschwämmen findet man oft große Mengen eigenthümlicher Kieselnadeln, die sich im Gebirge vortrefflich erhalten haben (Hand-

buch der Petrefaktenk. pag. 667). Equiseten und Gräser lagern Mengen ab, die sich in den Knoten einiger Bambusrohre in porösen krystallinischen Klumpen ansammeln (Tabasheer Pogg. Ann. 13. 522). Auch die Oberhaut abdorrender Baumblätter, die Stacheln der Brennnesseln ꝛc. enthalten ein zusammenhängendes Gewebe amorpher Kieselerde. Besondere Bedeutung haben jedoch die kleinen Kieselpanzer, welche Ehrenberg zu den Thieren, Andere aber zu den Diatomeen ins Pflanzenreich stellen. Wenn diese Dinge coaguliren, so könnten sie allerdings zu Kieselknollen Veranlassung geben. 2) Auf nassem Wege haben sich nicht blos Kieselmassen angehäuft, sondern auch die schönsten Krystalle gebildet: dafür liefern z. B. die Bergkrystalle in den Kammern von Ammoniten des Lias den schönsten Beweis. Man findet nicht selten Krystalle mitten im Knollen des Feuersteins, der in der weißen Kreide sein Lager hat, wo von Feuereinwirkung gewiß nicht die Rede sein kann. Zwar bekam Senarmont (Ann. Chim. 1851. XXXII. 142) in verschlossenen Glasröhren aus Wasser mit kieselsauren Alkalien, dem etwas Salzsäure zugesetzt war, beim Erhitzen auf 200° bis 300° kleine Krystalle, allein dennoch bleibt noch Natur unsere Lehrmeisterin, denn es ist mehr als wahrscheinlich, daß jene prachtvollen zum Theil riesenhaften Krystalle auf den Spalten der Hochalpen ein Niederschlag aus wässriger Lösung sind. 3) Auf trocknem Wege kann man zwar krystallinische Bildung nicht ganz läugnen, wie unter andern die Quarzpartikeln in den Graniten und Porphyren, wenn anders dieselben heiße Laven bildeten, nur Feuerprodukte sein können, indessen die Masse der Krystalle verdankt dem Feuer keineswegs ihr Dasein. Ohne Zweifel haben auch überheizte Wasserdämpfe beim Absatz in Spalten der Vulkane eine Rolle gespielt, wie noch in unsern Hochöfen Kieselerde in mehlartigen Massen oder kleinen dendritischen Anflügen von 2,3 Gew., aber nicht in Krystallen vorkommt. Vergleiche den schneeweißen seidenglänzenden Eisenamianth (Pogg. Ann. 85. 462. Gurlt, Pyrogennete künstl. Mineral. 1857. 40). Bedenklich scheint mir das Krystallisiren von natürlicher Quarzmasse in Sammlungen (Leonhard's Jahrb. 1859. 446).

Die Verbreitung der Quarze von verschiedenstem Aussehen ist außerordentlich, namentlich im Ur- und Flözgebirge. Da er unter den gewöhnlichen Gesteinen der härteste ist, und sich allen chemischen Zersetzungen auf das hartnäckigste widersetzt, so tritt er als Geschiebe, Kies und Sand nicht selten massenhaft in den jüngern Formationen auf. Seiner großen Härte wegen wird er als Reib- und Glättstein, Mühlstein, Polirmittel ꝛc. gesucht. Das Sand-Blasverfahren zum Schneiden und Graviren harter Körper entdeckten die Amerikaner (Jahrb. 1873. 917). Bei Schmelzprozessen bildet er mit $\dot{F}e$ und $\dot{C}a$ eine Schlacke, die leicht vom Metall abfließt. Porzellan und Steingut, Glas und Smalte hängen in ihrem Werth von der Beschaffenheit des Quarzes wesentlich ab, der Anwendung als Halbedelsteine nicht zu gedenken.

Fuchs (Pogg. Ann. 31. 577) theilt die Quarze chemisch in drei Theile: In Kalilauge unlösliche, dahin gehört der krystallisirte, nebst Horn-

stein und Kieselschiefer, man hat diese beiden auch wohl für versteckt krystallinisch (kryptokrystallinisch) gehalten; in Kalilauge lösliche, das ist der Opal; endlich die Mischung aus löslicher und unlöslicher Kieselerde, Chalcedon, Feuerstein. Nach Rammelsberg (Pogg. Ann. 112. 177) nicht ganz begründet.

A. Krystallinische Quarze.

Sie haben innerlich Glasglanz (Quarz hyalin) und einen glasartigen (muscheligen) Bruch, woran man sie auch verunreinigt leicht erkennt.

1. Bergkrystall, κρύσταλλος Eis, Seneca (Quest. nat. III. 25) und Plinius hist. nat. 37. 9 gelu vehementiore concreto; non alibi certe reperitur quam ubi maxume hibernae nives rigent; *glaciemque esse certum* est . . . . laudata in Europae alpium jugis . . . E caelesti humore puraque nive id fieri necesse est; ideo caloris inpatiens, nisi in frigido potu abdicatur. Quare sexangulis nascatur lateribus non facile ratio inveniri potest . . . . ita absolutus laterum laevor est ut nulla id arte possit aequari . . . . nos liquido adfirmare possumus in cautibus Alpium nasci adeo inviis plerumque ut fune pendentes eam extrahant . . . . (Scheuchzer Naturg. Schweizerland. III. 80; Philosoph. Transact. 1727. 260; Saussure Alpenreise III. 167). Diese und andere merkwürdige Worte des Plinius beweisen deutlich, daß die Römer mit dem Alpinischen Vorkommen sehr bekannt waren, und großen Luxus damit trieben. Als Nero vom Verluste seiner Herrschaft hörte, zerbrach er im Zorn seine zwei Krystallbecher, „um sein Jahrhundert damit zu strafen, daß nicht ein anderer daraus trinken könnte.“ Die römischen Aerzte bedienten sich der Krystallkugeln (Kühlkugeln) nach Art der Brenngläser, um damit die Wunden auszubrennen, Orpheus pag. 1. Crystallus der Stain wirt auz eis Megenberg 441. Daher nach Linné »natum ex aqua aetherea, Nitro fertili, in cryptis lapidosis diu retenta«. In den Alpen sind besonders zweierlei auszuzeichnen: wasserklare und schwarzbraune, durch flüchtige organische Substanz gefärbt (sogenannter **Rauchtopas**, Morion Plin. 37. 63), welche sich abdestiliren läßt (Pogg. Ann. 143. 173). Die gelben heißen schon beim Agricola (701) **Citrin**, sind aber nicht häufig (Cairngorm auf Arran). Im Handel kommen sie zwar viel von schönster weingelber Farbe unter dem falschen Namen Topas vor, doch sind das gebrannte Amethyste von Brasilien oder Rauchtopase von Schlesien.

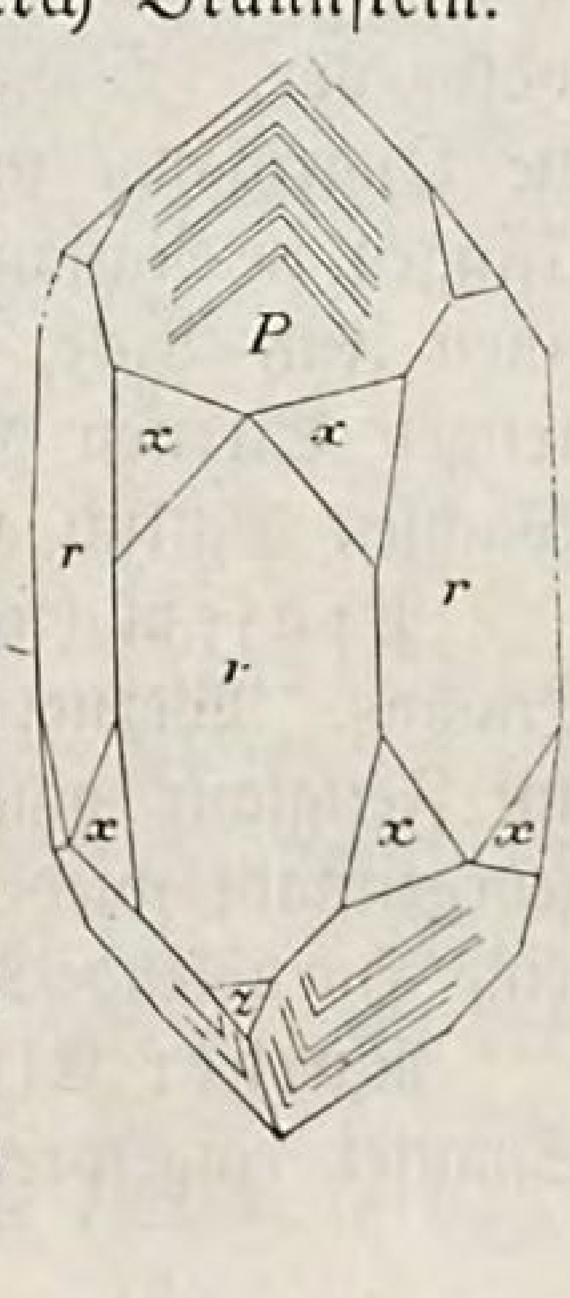
Man findet häufig Einschlüsse von Chlorit, Strahlstein, Turmalin, Asbest, Rutil ꝛc. Die grüne Farbe der Nadeln gleicht in Wasser eingefrornem Grase (Scheuchzer Naturg. Schweizerlandes III. 69), was die Alten in ihrer Vorstellung vom Eise bestärken mußte; die von New-York enthalten sogar Stücke bituminöser Kohle. Noch auffallender als die festen sind die flüssigen und gasförmigen Einschlüsse. Schon Claudian machte 7 Epigramme de crystallo, cui aqua inerat. Die Flüssigkeit zuweilen mit Würfelkrystallen läßt sich an einer beweglichen Luftblase erkennen, und besteht aus Wasser oder ölartiger Substanz, 15 bis 20mal expan-

sibeler als Wasser (Davy Ann. Chim. XXI. 132), Simmler (Pogg. Ann. 105. 460) vermuthete schon liquide Kohlensäure. Erwärmt man daher ein wenig, so verschwindet die Blase pag. 213. Auf Madagaskar (Romé Delisle, Cristallogr. 1772. 108) kommen Stücke vor, die auf einem Quadratzoll Fläche wohl an Tausend feiner Blasen zeigen, dieselben könnten den empyreumatischen Geruch erklären, welchen man beim Aneinanderreiben wahrnimmt (Dufrénoy Trait. Minér. II. 98).

Die klaren werden zu Kronleuchtern, Ringsteinen (Mayländer, Böhmische Steine), Brillengläsern 2c. verschliffen, unter letztern im Handel vorkommenden sollen immer viel mehr links- als rechtsdrehende sein (Pogg. Ann. 40. 619). Durch gehörige Verbindung verschiedener Prismen kann man sogar Distanzen und Höhen messen (Rochon's Micrometer). Jene mit eingeschlossenen grauen fasrigen Krystallen (Haarsteine) machen einen besonders schönen Effekt, und wenn auf den Sprüngen Regenbogenfarben vorkommen, so heißen sie irisirender Quarz, während Plinius 37. 52 unter dem Namen Iris Bergkrystallsäulen versteht, durch welche man wie durch ein Glasprisma ein Spectrum erzeugen könne. Früher stand Bergkrystall in bedeutend höherem Werth als jetzt. Zunächst drückten die Bergkrystalle von Madagaskar den Preis herab, wo man im Gebirge Béfoure wasserhelle Krystalle von 26 Fuß im Umfange findet (Annales des voyages 1809. II. pag. 38)! Auch in Oberstein trifft man davon bei den Händlern Fässer voll der klarsten Geschiebe, woraus sie unter andern auch Gewichte schleifen. Silliman (Amer. Journ. XV. 34) erwähnt bei Waterbury 2 Fuß lange Säulen von 175 ℔ Schwere. Da klingt es heute ganz fabelhaft, wenn im Jahre 1735 ein „Krystallkeller" am Zinkenstock im Berner Oberlande für 45,000 fl. nur 1000 Ctr. Krystalle lieferte. Im Visptal von Oberwallis fanden sich Prismen von 1400 ℔ (Gruner Versuch eines Verzeichniß der Mineralien des Schweizerlandes 1775. pag. 56) und noch heute stellen die zahlreichen Händler im Chamouni am Mont Blanc die prachtvollsten Krystalle zum Verkauf aus, die aber immerhin zu hohen Preisen weggehen. Denn sie pflegen in den unwegsamsten Gegenden der Hochgebirge vorzukommen, wo sie nur mit großer Mühe und Lebensgefahr von sogenannten Strahlern gewonnen werden (Saussure, Voy. Alp. III. 202). Riesige Rauchtopase mit damascirten Flächen kamen im Herbst 1868 am Tiefengletscher südwestlich vom Rhonestock vor (Pogg. Ann. 136. 137): in einer linsenförmigen durch Sprengarbeit aufgeschlossenen Granithöhle von 6' Höhe, 15' Breite, 20' Tiefe mit Wandungen von derben rauchgrauen Quarzlagen, auf dem Boden in Gesellschaft von rothem Flußspath, Bleiglanz 2c., an 300 Ctr. Krystalle ohne Ansatzfläche und meist bedeckt von Chloritsand. Der größte 0,69 m hoch und 1,22 m Umfang wiegt 267 ℔. Quarzgänge, wulstförmige Hervorragungen und hohler Klang deuten die Keller im Innern an. Kleinere Krystalle bringen die Gletscher in großer Zahl herab. Erwähnung verdienen die klaren Drusen im schneeweißen Marmor von Carrara, und die losen „Marmaroscher Diamanten" im alttertiären Smilnoschiefer der Karpathen. Sie zeigen

die Rhombenflächen öfter in trigonoedrischer Ordnung, was namentlich durch Aetzung an beiden Enden mit größter Sicherheit hervortritt. Außer dem Riesengebirge sind unsere niedern deutschen Urgebirge arm an solchen Bildungen, nur daß man sie hin und wieder selbst von großer Klarheit in den Kalksteinen und Mergeln der Flözgebirge findet, und zwar meist um und um krystallisirt. Kleine Dihexaeder liegen in unserm schwäbischen Steinsalz versteckt. Die Rheinkiesel, welche die Goldwäscher sammeln, werden in Waldkirch verschliffen.

2. Amethyst Plinius 37. 40, ἀμέθυστος nicht trunken, causam nominis afferunt, quod usque ad vini colorem accedens priusquam eum degustet in violam desinit fulgor .... Man muß bei dieser blauen Färbung aber an die rothen italienischen Weine denken. Es werden dann fünferlei aufgezählt, quintum ad viciniam crystalli descendit. Die schöne blaue Farbe des Amethystes muß man wohl als das wesentlichste Kennzeichen ansehen, man leitet sie von $\ddot{M}n$ ab, was nebst etwas $\ddot{F}e$, $\ddot{A}l$ rc. ihn verunreinigt. Im Feuer verliert er seine schöne Farbe, geht durchs Gelbe und Grüne ins Farblose. Von dieser merkwürdigen Eigenschaft machen die Steinschneider Gebrauch, so daß viele der geschliffenen „Aquamarine und Goldtopase“ nichts weiter als entfärbte Amethyste sind, denn in Oberstein kann man große Fässer mit solchen bunt durcheinander geworfenen Bruchstücken gefüllt sehen, da sie in vielen Centnern aus Minas geraes in den Handel kommen. Weil eisensaures Kali $\dot{K}\ddot{F}e$ satt amethystblau gefärbt ist, und sich der Amethyst sehr leicht farblos brennt, so hat man auch wohl an Eisenfärbung gedacht. Indeß da Mangan nur in der äußern Flamme violblaue, in der innern dagegen farblose Gläser gibt, das Eisen aber außen gelbe, innen grüne, und da ferner die Farbe des Mangans schon verschwunden ist, wenn die gelbe Eisenfarbe sich noch zeigt, so ist obiger Farbenwechsel auch bei Manganfärbung chemisch leicht erklärlich. Freilich behauptet Heintz (Pogg. Ann. 60. 525) in einem intensiv gefärbten Brasilianischen nur $\frac{1}{100}$ p. C. Mangan gefunden zu haben, was zur Färbung nicht hinreichen könnte. Vergleiche auch die Entfärbung des Glases durch Braunstein.



Der Amethyst gehört seiner Klarheit nach noch zu den halbedeln Gemmen, auch sind die Säulen gewöhnlich kurz und ihr Ende einfache Dihexaederspitzen. Eigenthümliche fortificationsartige Streifungen, die bei Brasilianischen besonders deutlich hervortreten, deuten nach Brewster wechselnde links und rechts drehende Platten an (Schweigger-Seidel Journ. Chem. 1831. LXI. 1), so daß derselbe optisch alle diejenigen Quarze zu den Amethysten stellen wollte, welche diese Eigenschaft haben, mögen sie gefärbt oder nicht gefärbt sein, was mineralogisch aber nicht angeht. Schon auf den Krystallflächen werden die Kapseln durch lichtere und dunklere Streifen angedeutet, die auf den Rhomboederflächen P den Endkanten P/P

parallel gehen. Außer dieser Oberflächenstreifung sieht man auch im Innern noch dunklere und lichtere Linien, welche alle dieser Richtung folgen. Das Dichroskop zerlegt zwar die Farben nach vielen Richtungen des Krystalls in Blau und Roth (Pogg. Ann. 70. 531), doch ist die Erscheinung nicht bei allen in gleicher Weise auffallend. Bemerkenswerth sind die linken und rechten Trapezflächen x, welche in Brasilien, am Weisselberge (Rath, Pogg. Ann. Jubelband), auf den Faröer Inseln sehr regelmäßig wie bei Dreikantnern auftreten. Sie zeigen daher stellenweis auch Airy'sche Spiralen, was sie optisch höchst interessant macht. Zwillinge mit einspringenden Winkeln in den Dirhomboederkanten von Idar. Wird im Feuer schon undurchsichtig (Tridymit), wenn Bergkrystalle noch ganz klar bleiben.

Früher standen Amethyste in bedeutendem Ansehen, allein in unserm Jahrhundert hat sie Brasilien in zu großer Menge geliefert, als daß sich die Preise hätten halten können, es mögen daher ihnen auch nur wenig Glasflüsse untergeschoben werden. Hauptfundorte liefern in Achatkugeln: Oberstein, Theiß in Tyrol, der Schwarzwald bei Baden und Oppenau, auch die Brasilianischen gehören großen Achatkugeln an, und die von Nertschinsk finden sich wenigstens mit Chalcedon. Sehr blaß sind die von Mursinsk aus Quarzgängen im Granit, bei Chemnitz in Ungarn kommen sie häufig auf Erzgängen vor. Am schönsten gefärbt sind die Geschiebe von Ceylon, sehr blaß dagegen die Haaramethyste von Botanybay in Neuholland. Ueberhaupt verbreitet sich die Farbe oft unregelmäßig in der Masse, so daß dunkele Stellen an lichtern wolkig absetzen.

3. Gemeiner Quarz. Halb durchsichtig, kurze Säulen, aber scharfe dihexaedrische Enden. Die ungefärbten schaaren sich zu prächtigen Drusen, welche auf Erzgängen ein gewöhnliches Gangmittel bilden. Bekannt sind die schönen Gersdorfer die dortigen Flußspäthe überzuckernd, ähnlich kommen sie auf der Grube Clara bei Schappach auf Schwerspath vor, der Buntesandstein ist in manchen Gegenden des Schwarzwaldes (Bulach) von den Drusen ganz durchzogen, rein schneeweiß kommen sie in Chalcedonhöhlen des Mühlsteins von Waldshut am südlichen Schwarzwalde vor. Wie colossal die Bildungen auch hier noch werden, zeigen die Quarzgänge in der Grauwacke am Streitfelde bei Eschach ohnweit Usingen in Nassau, die Köpfe der einzelnen Dihexaeder erreichen wohl einen Fuß Dicke, statt der Säule sind Absonderungen mit fortificationsartigen Streifen da, einzelne sehr unreine Lagen zeigen das allmählige Wachsen deutlich an. Gemeiner Quarz gefärbt bekam allerlei Namen:

Prasem (*πράσιος* lauchgrün) Plinius. 37. 34 vilioris est turbae Prasius. Werner glaubte ihn in einem durch Strahlstein gefärbten Quarz mit Fettglanz von Breitenbrunn zwischen Schwarzenberg und Johanngeorgenstadt wieder zu erkennen. Splitter zeigen im Mikroskop zahllose feine Hornblende-Nadeln. Man findet ihn als Laubwerk am Mosaik.

Rother Eisenkiesel, besonders im Gyps von Südfrankreich und Spanien eingesprengt, daher um und um krystallisirt, außer Säule und

Dihexaeder kommt gar keine Fläche vor, diese aber in außerordentlicher Regelmäßigkeit. Wegen ihrer durch Eisenoxyd ziegelrothen Farbe von den ältern Mineralogen fälschlich Hyacinthen von Compostella genannt, weil sie zu St. Jago di Compostella in besonderer Schönheit vorkommen. Trotz ihrer Einfachheit zeigen sie nach Hr. Descloizeaux im polarisirten Lichte Zwillingsverwachsungen, wie der Amethyst (Ann. Chim. 1855 XLV. 92). Im Indischen Salz schöne fleischrothe um und um gebildete Dihexaeder mit Säule.

Gelber Eisenkiesel, durch Eisenoxydhydrat intensiv ochergelb, am schönsten in den Salbändern eines Kalkspathganges im Uebergangskalk von Iserlohn, wo er dreifingerdicke Platten von beliebiger Größe bildet. Die derben und unkrystallisirten können kaum noch wegen der Zufälligkeit ihrer Mischung Gegenstand mineralogischer Untersuchung sein.

Rauchquarz hat man wohl die rauchgrauen Krystalle aus dem mittlern Muschelkalk des Schwarzwaldrandes genannt, wo sie ringsum gebildet bei Oeschelbronn zwischen Vaihingen und Pforzheim sparsam auf den Aeckern aufgelesen werden. Schon die Selecta Phys. oecon. 1754 III. 106 erwähnen sie, und nach Breithaupt (Paragenesis pag. 27) sollen sie etwas Schwefel enthalten. Ja bei Chanteloub (Haute Vienne) zeichnet man sogar einen bituminösen „Stinkquarz" aus.

Derbe meist nicht auskrystallisirte aber doch noch krystallinische Quarze, gewöhnlich mit vielen Flüssigkeitsporen, finden sich besonders eingesprengt im Granit. Diese Körner können stellenweis sehr groß werden, namentlich wenn der (Gang-) Granit überhaupt sehr grobkörnig wird, wie z. B. zu Rabenstein bei Bodenmais im Baierschen Walde, wo sich der bekannte Rosenquarz (Rubinbalasse, Walch Naturf. 1775 VII. 201) von schönster rosenrother Farbe ausscheidet. Die Farbe soll nach Berthier vom Bitumen, nach Fuchs von 1,5 T̈i herrühren. Katharinenburg. Milchquarz hat viel Trübes und einen starken Stich ins Blau. Sapphirquarz (Siderit) bildet im Gyps von Golling (Salzburg) mit Strahlstein und unreinem Kalkspath indigblaue Adern, und ist von einer matten, graublauen erdigfasrigen Substanz durchzogen, die man für Krokydolith hält. Häufig haben diese derben einen Fettglanz, und heißen dann Fettquarz, wie bei Bodenmais, wo er aber leicht mit Dichroit verwechselt werden kann. Lichtgrün in den Achaten von Brasilien. Lévy (Descr. miner. I. 359) erwähnt sogar aus Peru smaragdgrüne. Avanturin wird viel genannt, aber findet sich selten schön: es ist ein durch Sprünge zum Körnigen sich neigender Quarz, meist röthlich. Von den Sprüngen her zeigen sich leuchtende Punkte. Geschiebe in Spanien, Puerto Cabello in Venezuela. Zu Katharinenburg werden Massen von Koliwansk im Altai zu Vasen verschliffen. Der Name kommt aus dem Französischen aventure, weil man durch Zufall im 17ten Jahrhundert ähnliche Glasflüsse erhielt. Berühmt unter den künstlichen ist der röthliche von der Insel Murano bei Venedig, der neuerlich wieder in den Handel kommt, dessen Darstellungsweise man anfangs nicht mehr kannte (Wöhler in Pogg.

Ann. 58. 286), da er sich erst beim Wiederanwärmen des Glases bildet. Es flimmern daraus zahlreiche kleine Oktaeder von Kupfer hervor, welche sich im Glasflusse gebildet haben. Mit der Lupe erkennt man sehr deutlich gleichseitige Dreiecke an den kleinen Kryställchen. Wahrscheinlich durch Eisen reducirtes Kupferoxydul (Dingler Polyt. Journ. 1846. 99. 465). Pelouze (Compt. rend. 1865. 613) macht einen smaragdgrünen Chromavanturin, worin die Chromoxydblättchen sich gleich beim Satze bilden. **Vestan** (Jenzsch Pogg. Ann. 105. 327) soll ein eingliedriger Fettquarz aus dem Melaphyr von Zwickau sein.

Katzenauge hat man einen krystallinischen Quarz inwendig mit parallelen (Amianth?) Fasern durchzogen genannt. Diese Fasern zeigen einen schönen Seidenglanz, der aus dem Innern der krystallinischen Masse reflectirt. Am liebsten gibt man dem Steine einen muggelichen Schliff von der Form einer Kaffeebohne. Bei der Bewegung spielt das Licht nach Art des Lichts im Auge der Katzen. Die Singalesen (Ceylon) sind auf ihre grünlichen sehr stolz, auch kommen allerlei trübe rothe, braune, gelbliche Farben vor. Es mag wohl sein, daß ihn Plinius 37. 47 schon unter Asteria (inclusam lucem pupilla quadam continet) begreift, Lehmann, Berliner Akad. Wiss. 1754. 67. Dem Indischen ähnliche schillernde Quarze werden aus dem Serpentin von Treseburg im Bodethal und aus einem Hornblendegestein von Hof angeführt. Doch hat hier der Charakter schon sehr verloren, es ist nur gemeiner Quarz, worin etwas Asbest steckt oder geradezu Asbest, den etwas Quarz durchzieht.

Faserquarz. Zu strahligen und fasrigen Bildungen zeigt zwar der Quarz gar keine besondere Neigung, doch kommen zu Issoir (Auvergne) fasrige Amethyste vor. Die Steinkohle von Löbejün bei Halle durchziehen weiße Schnüre, die wie Fasergyps aussehen, aber aus Kieselerde bestehen. Aehnlich die Braunkohle von Teplitz. Am ausgezeichnetsten sind die lichtgelblichen Quarzschnüre im kieseligen Brauneisenstein von Latakoo am Oranje River. Klaproth Beitr. VI. 235 fand darin 98,5 S̈i. Es sind fingerbreite Schnüre, die Faser senkrecht gegen das Salband, wie der schönste Fasergyps. Nach Wibel (Jahrb. 1873. 367) sollen es Pseudomorphosen nach Krokydolith sein. Werners Faserkiesel (Fibrolith) gehört hier nicht hin, denn er enthält wesentlich kieselsaure Thonerde.

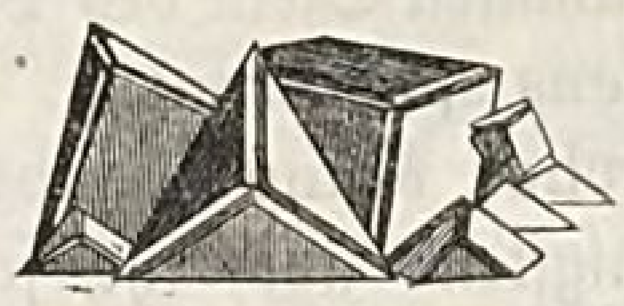
B. Chalcedone (Glaskopfquarze).

Chalcedonier Luther Off. Joh. 21, 19. Der Name stammt im Mittelalter von Chalcedon in Kleinasien (Byzanz gegenüber), von wo er in den Handel kam, da er am Fuße des Olympus bei Brussa gefunden wird. Der Stein selbst schon den ältesten Völkern unter verschiedenen Namen bekannt.

Eine dichte matt durchscheinende Quarzmasse mit fein splittrigem Bruch, versteckter Faserung, und schönen wenn auch getrübten Farben. Verbindet Hornstein mit Opal, und soll daher nach Fuchs ein Gemisch aus beiden sein, indem sich mit Kalilauge Opalmasse ausscheiden lasse.

Dafür scheint auch die Art seiner Verwitterung zu sprechen, indem er Schichtenweis ganz matt wird, sogar an der Zunge klebt; das kann nur durch Verlust von Substanz geschehen. Aber gerade diese Stücke sind für die Steinschleifer am wichtigsten, denn sie können auf das schönste mit färbenden Mitteln getränkt werden, was ihren Werth erhöht, den Mineralogen aber auch täuscht. Die meisten Chalcedone in Vulkanen und Mandelsteinen mögen wohl nur ein Produkt des Wassers sein. Längs der Faser undurchsichtiger, als quer. Beim Schleifen herrlich phosphorescirend.

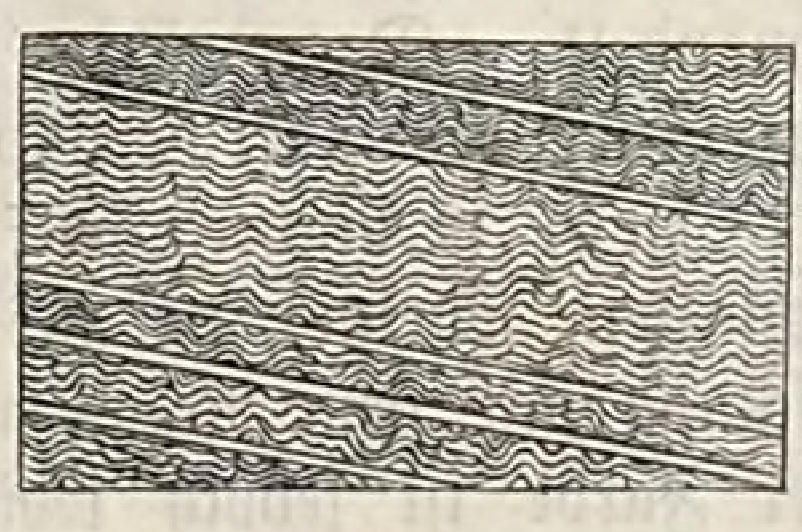
Ungestreifter Chalcedon bildet ausgezeichnete nieren-, trauben- und zapfenförmige Gestalten, eine Neigung zur undeutlichen Faserstructur ist oft zu erkennen, während die concentrische Schichtung ganz zurücktritt. Von besonders zartem etwas graulichweißem Ansehen finden sie sich in Drusenräumen der Vulkanischen Gesteine auf Island und den Faröer Inseln, in Ungarischen Erzgängen übersintern sie die feinsten Nadeln von Grauspießglanz, dessen leichte Schmelzbarkeit an Bildung auf heißem Wege gar nicht denken läßt. Ausgezeichnet smalteblaue kennt man von **Trezztyan** in Siebenbürgen, dabei kommen auch sehr schöne scheinbar würfelförmige Krystalle vor, die man ziemlich allgemein für Afterkrystalle hält, obwohl sie ausgezeichneten Quarzglanz haben, und gerade in Chalcedonkugeln der Amethyst sich gern rhomboedrisch ausbildet.



Die ausgehöhlten Kanten geben den Individuen das Ansehen, als wenn sie aus drei Rhomboedern Drillingsartig zusammengewachsen wären.

Gestreifter Chalcedon, der berühmte Achates, Plinius 37. 54, in magna fuit auctoritate nunc in nulla. Reperta primum in Sicilia juxta flumen ejusdem nominis postea plurumis in terris numerosa varietatibus; vocatur enim jaspachates, cerachates, zmaragdachates, haemachates, leucachates, dendrachates. Breynius epistola de melonibus montis Carmel 1722 sind Achatkugeln.

Große öfter mehrere Centner schwere Kugeln bestehen aus concentrischen Schichten, die wie die Anwachsstreifen von Holz mit bloßem Auge leicht erkannt werden. Zwischen diesen Schichten gewahrt man bei dünngeschliffenen Platten schon mit bloßem Auge äußerst gedrängte wellige Linien, die offenbar nichts als Niederschläge bedeuten. Daher verhält sich auch Achat nicht indifferent gegen das Licht (Philos. Transact. 1814. 187). Gekühlte Glasplatten im polarisirten Licht zeigen durch ihn gesehen ein Kreuz. Nach Hrn. Prof. Reusch hat die zarte Streifung auch die Wirkung der Gitter. Brewster zählte 17,000 Schichten auf 1 Zoll Dicke (Pogg. Ann. 61. 136). Viele dieser Achatkugeln führen nach Innen Anhäufungen von Amethyst, der aber mit bloßem Auge niemals in der Achatmasse selbst bemerkt wird.



Erst mit dem Mikroskop treten im polarisirten Licht grelle Farben in dünnen Schichten auf, wie sie krystallinische Quarze zu zeigen pflegen. Dazwischen folgen dann die zahllosen Wellen, welche einer gekräuselten Wasserfläche gleichen. Die Kieselerde muß sich von Innen her allmählig niedergeschlagen haben, so daß die innern Schichten jünger sind als die äußern. So lange die Kugelwand dünn war, kann man sich das Eindringen von Quarzsubstanz wohl erklären, allein je dicker die Wände, desto schwieriger die Sache, doch findet man häufig einen röhrenförmigen Zugang, der gewöhnlich zuletzt durch Amethyste als dem letzten der Niederschläge verstopft wird. Große Kugeln haben viele solcher Zugänge (Einspritzlöcher). Sie waren ursprünglich (wahrscheinlich durch Gasblasen gebildete) hohle Räume, gern an einer Seite schneidig, oder zu zwei und mehreren zusammengeflossen. Solche Hohlkugeln mit einer papierdicken Achatwand und einer innern Amethystdruse finden wir bei Idar und Oberstein in ungeheurer Menge. Je nachdem die Ausfüllung nun vor sich ging, hat man den Abänderungen Namen gegeben, womit seit alter Zeit viel Spielerei getrieben ist. Die Phantasie erkannte darin allerlei Figuren: so spricht schon Plinius 37. 3 von einem im Alterthum hochberühmten Stein des Pyrrhus, in qua novem Musae et Apollo citharam tenens spectarentur.' Im Mittelalter wurden es Heiligenbilder (Athan. Kircher Mundus subterraneus II. pag. 31) und heute beschäftigt uns wenigstens noch ihr feiner wunderbarer Bau: die prachtvollen Regenbogenachate vom Weisselberge bei Oberkirchen ohnweit St. Wendel zeigen in dünnen Platten gegen das Licht gesehen die schönsten Regenbogenfarben, indem jeder Anwachsstreifen besondere Farben durchläßt, darin schwimmen schichtenweis zahllose rothe Punkte von Eisenkiesel. Da eine durchgeschnittene Kugel gestreift erscheint, wie das Bild einer Bastion, so nannte Werner dieselben Fortificationsachat. Besonders grellfarbig mit Weiß und Roth setzen die Streifen auf jenem mächtigen sächsischen Achatgange bei Schlottwitz ohnweit Glashütte ab, daher heißt derselbe Bandachat, zumal da in kleinen Stücken die Streifen wenig Krümmung zeigen. Wo dieser Gang zertrümmert wird, haben sich zahllose scharfeckige Bruchstücke gebildet, die von schönem blauem krystallinischen Amethyst wieder zusammengekittet sind, Trümmerachat (Epochen der Natur pag. 258). Gar lieblich ist das weißgestreifte Smalteblau der Indischen (Leonhard's Jahrb. 1858. 821), welche man in Oberstein bekommt. Ueberhaupt zeigen die Steine bestimmter Fundorte gern einen gemeinsamen Farbencharakter. Die Muscheln des Quadersandsteins von Blackdown (Devonshire) sind oft in den feinsten, selbst gestreiften, Chalcedon verwandelt. Das würde grade nicht für Bildung durch Dampfdruck intermittirender Thermen sprechen (Pogg. Ann. 123. 108).

Onyx (Onychel, ὄνυξ Nagel) heißen Theophrast und Plinius 37. 24 geschnittene Steine, die aus zwei bis drei Lagen bestehen, was die Vergleichung mit dem Nagel auf dem Fleische veranlaßte. Die Schönheit ihrer Farbe ist jedoch lediglich Kunstprodukt. Daher sind gerade die

matten und verwitterten Kugeln für die Steinschneider am werthvollsten. Arabischer Onyx Plinius 37. 24. Eine kohlschwarze Schicht wird von einer schneeweißen gedeckt. Sie dienen hauptsächlich zu Cameen oder Intaglien, d. h. aus der weißen Lage wird eine erhabene oder vertiefte Figur geschnitten, die sich prachtvoll auf der schwarzen Unterlage ausnimmt. Es sind uns viele von unvergleichlicher Schönheit aus dem Alterthum überkommen, wie der Farnesische Onyx (Abh. Berl. Akad. 1835. 487). Brasilien führt sie neuerlich in großer Menge aus, der Centner Cameenstein davon in Oberstein roh schon mit 2500 fl. bezahlt. Zugeschnittene Steine werden in mit Wasser verdünnten Honig gelegt, mehrere Wochen lang auf dem Ofen warm erhalten und dann in Schwefelsäure auf glühende Kohlen gestellt. Nach wenigen Stunden wird eine Lage die weichere schwarz, ohne Zweifel in Folge von Ausscheidung der Kohle des Honigs, die andere härtere schneeweiß: ein schlagender Beweis von der innern Verschiedenheit der Schichten. Freilich ist in Beziehung auf Reinheit der Werth der einzelnen außerordentlich verschieden. Die schönsten macht man aus dem Brasilianischen.

Carneol (caro Fleisch) oder Cornelius (Herzstein) nach seiner gelblichrothen Farbe genannt, die durch Glühen bedeutend erhöht wird, weil sich das färbende Eisenoxydhydrat in Eisenoxyd verwandelt, zumal wenn sie zuvor mit eisernen Nägeln in Salpetersäure gelegt werden. Uebrigens gehören nicht alle Carneole zu den gestreiften (Carneol-Onyxen). Der Name entstand im Mittelalter (Agricola 624), die Alten nannten ihn Sarda Plinius 37. 31: primum Sardibus reperta .... laudatissima circa Babyloniam, cum lapicidinae quaedam aperirentur, haerens in saxo cordis modo. Sie behandelten ihn schon mit Oelen und Säuren. Sardonyx Plinius 37. 23 Romanis hanc gemmam fuisse celeberrimam .... veluti carne ungui hominis inposita, er bestand also aus einer rothen und weißen Lage. Der berühmte Ring des Polykrates war ein solcher, Plinius 37. 2, Augustus legte ihn in einem goldnen Horn auf dem Altar der Concordia nieder. Besonders schön sind die vom Weisselberge, welche aus drei Lagen bestehen: oben ziegelroth, in der Mitte schneeweiß, unten milchweiß mit feinen Punkten von Eisenkiesel. Die dritte Lage wurde häufig zum Haare der Camee verwendet. Zu Warwick in Queensland kommen Geschiebe von ausgezeichneter Farbe vor. Die Inder machen ihn nach, indem sie mit Soda eine emailartige Schmelzrinde aufschmelzen. Gegenwärtig schleift man einfarbigen Carneol häufig zu Petschaften. Das Hebräische Odem roth 2 Mos. 28, 17 übersetzt Luther durch Sarder, so ausgezeichnet war der Stein im Alterthum! Auch Sard heißt hebräisch roth.

Zwischen gestreiften und ungestreiften Chalcedonen ist zwar kein scharfer Gegensatz, doch nähern sich letztere durch die Feuersteine leichter dem Hornstein, und nehmen dabei allerlei bunte Farben an. Mochhasteine (nach dem Arabischen Hafen, von wo man sie früher bezog) oder Moosachate nennt man die Stücke mit schwarzen Dendriten, von einge-

drungenem Manganoxyd herrührend, diese sind aber Algen und Moosen oft so täuschend ähnlich, daß die Frage noch gar nicht entschieden ist, ob nicht organische Einschlüsse sich darunter befinden. Im Carneol hielt man sogar lange das Färbende für organische Substanz (Pogg. Ann. 26. 562). Heintz widerlegt das zwar, allein es finden sich doch viele Achate unter Verhältnissen im Gebirge, wo organische Einschlüsse leicht denkbar wären. Göppert (Karsten's Archiv 1850. XXIII. 107) fand bei Oberstein Nichts Organisches.

Plasma nannte Werner nach Vorgang der Antiquare lauch- bis berggrüne Gemmen aus den Ruinen Roms. Solche Massen kommen heute noch aus Calcutta nach Oberstein, auch hat man mehrere grüne Chalcedone z. B. die bekannten vom Hauskopf bei Oppenau im nördlichen Schwarzwalde so genannt. Klaproth (Beiträge IV. 326) fand in den antiken von Brussa am Fuße des Kleinasiatischen Olymp 96,7 S̈i, 0,5 F̈e. Heliotrop, Sunnenwendel (Megenberg Buch der Nat. pag. 445) ist ein Plasma mit rothen Chalcedon-Punkten, die durchsichtiger sind als die grüne Masse, sie heißen daher bei den Händlern Blutjaspis. Die orientalischen, von Calcutta eingeführt, nehmen eine sehr schöne Politur an. Die Schottischen haben schon einen halbmatten Jaspisbruch. Heliotropum Plinius 37. 60 porraceo colore, sanguineis venis destincta konnte freilich ein ganz anderer Stein sein. Achatjaspis (oder schlechthin schon Jaspis) nennen die Steinschneider die unreinern stark gefärbten Achatmassen. Solcher (rother) Jaspis kommt unter andern ausgezeichnet in den grauen Dolomiten unter dem Buntensandstein des Schwarzwaldes vor (Schramberg, Alpirsbach), im Weißen Keupersandstein von Schmiedelfeld bei Sulzbach (Kocher). Cacholong (schöner Stein bedeutend soll mongolischer Abstammung sein, Cacholonius Wallerius Miner. 272) heißt der veränderte, welcher schichtenweis ganz matt wie Steinmark wird. Es ist Folge von Verwitterung, denn Fuchs (Pogg. Ann. 31. 577) hat gezeigt, daß gestreifter Chalcedon durch Kalilauge ähnliche matte Schichten bekomme. Faröer Inseln, Hüttenberg auf verwittertem Spatheisenstein. Sie kleben an der Zunge (Schröter Einleitung Geschichte der Steine I. 304).

Enhydros Plinius 37. 73 semper rotunditatis absolutae in candore est laevis, sed ad motum fluctuat intus in ea veluti in ovis liquor. Hier sind ohne Zweifel die kleinen nußgroßen grauweißen Chalcedonkugeln im verwitterten Mandelstein vom Monte Tondo in den Colli Berici südlich Vicenza verstanden, deren innere Höhle mit Flüssigkeit erfüllt ist, die durch die Wände durchscheint. Fortis fand sie wieder, aber schon Faujas St. Fond (Essai de Géologie 1809. 531) klagt, daß der Besitzer des Grundstückes nur äußerst schwierig Erlaubniß zum Nachgraben gebe. Solches Urwasser kommt zwar auch in den größern hohlen Achatkugeln vor, allein es kann wegen der Undurchsichtigkeit der Wände darin äußerlich nicht sichtbar gemacht werden.

Künstliche Färbung der Chalcedone. Die Sache scheint uralt zu sein (Nöggerath, Leonhard's Jahrb. 1847. 473). Plinius 37. 54 sagt

von einem Achat in ollam plenam olei conjectu cum pigmentis intra duas horas subfervefacta unum colorem ex omnibus faciat minii. Noch auffallender lib. 37. 74 Cochlides (ohne Zweifel Achatkugeln).... fiunt verius quam nascuntur, in Arabia repertis ingentibus glaebis, quas melle excoqui tradunt septenis diebus noctibusque sine intermissione. Dabei kämen dann so viel Zufälligkeiten zum Vorschein, daß man sie Naturspiel (physes) hieße, weil man nicht allen Namen geben könne. In Italien mag sich diese Kunst durch Tradition forterhalten haben, denn früher kamen die sogenannten „Romaner" nach Oberstein und kauften die gestreiften ungefärbten aber zugeschnittenen Steine auf, um ihnen in Rom erst die gehörige Färbung zu geben, bis endlich ein Achathändler von Idar, man sagt im Schuldthurme von Paris (G. Lange, die Halbedelsteine 1868 pag. 63) durch einen Mitgefangenen Römer hinter das Geheimniß kam. Jedenfalls ward das Schwarzfärben 1819 in Oberstein bekannt. Die matten, welche zum Theil die Feuchtigkeit so stark aufsaugen, daß sie etwas an feuchter Lippe kleben, sollen am geeignetsten sein. Wie der arabische Onyx durch Honig und Schwefelsäure schwarz und weiß wird, so kann man den ungestreiften durch bloße Salzsäure schön citronengelb machen. Besonders gelingt das Blaufärben, vom reinsten Sapphirblau bis zu allen Schattirungen des Türkis hinab, durch Beizen mit Blutlaugensalz und Kochen in Eisenvitriol. Mit Chromsäure getränkt und erhitzt kommt Grün. Dadurch haben die Schleifereien zu Oberstein und Idar im Oldenburgischen Fürstenthum Birkenfeld, wo längs des Flüßchens Idar mehr als 100 Achatmühlen stehen, jede mit 4—5 Rädern (Collini Journal d'une Voyage 1776), ein Rad schon eine Familie nährend, großen Aufschwung bekommen. Eine der merkwürdigsten Industrien Deutschlands, die sich gegenwärtig auch nach Pforzheim 2c. fortgepflanzt hat. Alles was zur Familie des Quarzes gehört: Bergkrystall, Amethyst, Achat, Jaspis 2c., wird hier geschliffen, polirt, gefärbt, und durch Handelsleute über die ganze Erde verbreitet. Besonders bildet die Schweiz einen wichtigen Markt: in den ärmlichsten Sennhütten (Col de Balm 2c.) findet man davon reiche Niederlagen, die von leichtgläubigen Lustreisenden als Produkte des Chamounithales und Berner Oberlandes fleißig ausgekauft werden. Jene allein zu Cameen brauchbaren Onyxe, womit das Alterthum so ungeheuren Luxus trieb, und wovon uns herrliche Ueberbleibsel überliefert sind, wurden früher (schon 1497 im Gange) blos in den Mandelsteinen um Idar und einem pechsteinartigen Melaphyr des Weisselberges bei Oberkirchen gewonnen. Seit 1834 kommen sie aber aus Brasilien (Monte Video) in solchen Mengen, daß 1846 allein für 200,000 fl. rohe Steine in Oberstein versteigert sind, darunter Riesenmandeln von 40 Ctr. Gewicht! Dort im Gebiete des Uruguay besonders um Porto Alegre bedecken die Mandelsteine ungeheure Strecken. Die Alten machten auch Gefässe daraus, wie die berühmte Mantuanische Vase aus Onyx. Schon Agricola (bei Lehmann III. 56) war der Meinung, daß die Vasa murrhina des Plinius hist. nat. 37. 8 eher in diese Sipp-

schaft gehörten, als wo anders hin; besonders wenn man an die Regenbogenachate denkt, die in den schönsten Farben schillern. Properz sagt daher murreus onyx (Museum Alterth. Wiss. 1808 II. 557), aber die Fundstellen kennt man nicht mehr.

Jaspis ein uraltes Wort, denn 2 Mos. 28, 20 heißt der 12te Stein im Amtsschildlein des Hohenpriesters Jaschphe, Wedel, excercitat. de Jaspide sacrae scripturae 1702. Plinius hist. nat. 37. 37 zählt eine ganze Menge schönfarbiger auf, darunter den Türkis (aeri similem), aber ohne Zweifel auch Quarze. Selbst Werner begriff darunter sehr verschiedene Dinge. Daher geht man am besten vom

Kugeljaspis Steffens aus, 2,6 Gew. Dieß sind offenbar feuersteinartige Kugelbildungen, aber durch Eisenoxyd intensiv ziegelroth, durch Eisenoxydhydrat ochergelb bis kastanienbraun gefärbt. Die Farben bilden Streifen und Flammen als Folge von Oberflächenzersetzung. Der vollkommen muschelige Bruch hat einen eigenthümlichen matten Schimmer (ächten Jaspisbruch), und die Analyse gibt außer Eisenoxyd und Thonerde immerhin reichlich 95 $\dot{S}i$ an. Der braune Jaspis, Memphitis Megenberg 452, mit concentrisch lichtern und dunkeln Streifen, die ungefähr der Kugeloberfläche parallel gehen, findet sich in großer Menge als Geschiebe im Nil (Nilkiesel) und im Sande der Wüste. Bei Kairo bildet er ein Conglomerat, das wahrscheinlich der Kreideformation angehört. Seine große Politurfähigkeit und Menge im Geburtslande des Moses mußte früh die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, und daher könnten die Juden unter Jaschphe wohl diesen Stein verstanden haben, wenn es nicht etwa edler Opal war. Der rothe Jaspis kam auf dem Aldinger Stollen zu Auggen bei Mühlheim im Breisgau in großer Menge vor, er lag in den dortigen Bohnerzen, und schon die eingesprengten Polythalamien deuten entschieden auf einen Ursprung wie Feuerstein hin. In einem „grünen Jaspis" von Ostindien sollen Algen mit erhaltenem Chlorophyll liegen (Schaffner Flora 1859).

Gemeiner Jaspis meist roth und braun, findet sich auf Erz-, besonders aber auf Eisensteingängen. Man findet darunter zwar noch mit ächtem Jaspisbruch, doch kann man häufig die Grenze einerseits zu dem Hornstein andererseits zum ungestreiften Chalcedon nicht sicher ziehen. Achatjaspis und Opaljaspis unterscheiden sich dagegen durch ihr Vorkommen.

Bandjaspis entbehrt gänzlich des Glanzes im Bruch, und ist immer lagerhaft. Wenn er mit Porphyr vorkommt, wie bei Gnandstein in Sachsen, so besteht er aus kieselreichem Thonstein; wenn er dagegen zur obern Thonschiefer- und Grauwackenformation gehört, wie am Ural und auf dem Oberharz, so nähert er sich den Kieselschiefern, die durch Berührung mit Hyperit entstanden. Auf Schichtung deutet schon die Streifung von Roth und Berggrün hin. Der Werner'sche Porzellanjaspis von lavendelblauer Farbe ist ein gebrannter Schieferthon im Steinkohlengebirge, oder ein gebrannter Thon in der Braunkohlenformation. Die Masse ist mehr gefrittet als geschmolzen.

Feuerstein (Flint) 2,6 Gewicht lagert in Knollen im Kalkgebirge. Sein sehr gleichartiger Bruch ist wie Jaspis, aber schimmert bei den guten etwas stärker. Die graue bis schwarze Farbe rührt in der Kreide blos von organischen Stoffen her, denn sie geben mit Kupferoxyd geglüht Kohlensäure und Wasser, und sind nach dem Brennen vollkommen weiß. Ehrenberg will sie sogar für coagulirte Kieselpanzer von Infusionsthieren ansehen, und hat ihre Spuren auch darin nachgewiesen. Doch muß man dabei nicht vergessen, daß die Kieselerde überhaupt sich gern zu Kugeln zusammenzieht, und fremde Gegenstände durchdringt. Daher wickelt auch der Feuerstein allerlei Petrefakten ein, und wenn man erwägt, wie mannigfaltig die Abänderungen der Kieselknollen in den verschiedenen Formationen sich zeigen, so hat im Allgemeinen die Concretion auf chemischem Wege größere Wahrscheinlichkeit. Verwitterung erzeugt auf der Oberfläche ein Kieselmehl, Passyit. Die weiße Kreide liefert die feinsten Feuersteine. So lange diese ihre Bergfeuchtigkeit haben, kann man sie durch geschickte Hammerschläge in beliebige Formen bringen, eine Kunst, die schon die alten Deutschen trefflich verstanden, da sie bei Unkenntniß passender Metalle ihre Pfeile und andere Waffen meist aus Feuerstein schlugen, die man in ihren Gräbern („Stein- und Beinformation") bis zu Fußlänge und 4 ℔ Schwere findet. Daraus läßt sich der niedrige Preis erklären, denn ein geschickter Arbeiter kann in drei Tagen 1000 Flintensteine schlagen. 98 p. C. Kieselerde enthaltend, wird er namentlich in England zu einem vortrefflichen Glase (Flintglas) und Steingut (Flintware) verwendet. Der englische Pudding-stone besteht aus schwarzen Feuersteingeschieben, die durch einen stark gefritteten Kieselsandstein mit einander verbunden sind (Alttertiär, Epochen der Natur. 671). Das Gestein nimmt eine schöne Politur an und wird daher häufig geschliffen. Einzelne Geschiebe darunter gehen schon in den Kugeljaspis über. Dies zeigt sich noch mehr beim F e u e r s t e i n d e s o b e r n w e i ß e n J u r a. Bei Kehlheimwinzer unterhalb der Einmündung der Altmühl in die Donau findet sich derselbe in den ausgezeichnetsten Kugeln von der Größe und Rundung einer Kanonenkugel, außen schneeweiß, porös und mit Cement verwechselbar. Dabei finden sich Stücke mit sehr regelmäßig concentrischen grauen und weißen Streifen, namentlich schön in der Fränkischen Schweiz bei Gailenreuth, die nur zu deutlich beweisen, wie nahe der Kugeljaspis mit Feuerstein verwandt sei. Im untern Muschelkalke gibt es oolithische Feuersteine; aus der Schweiz kamen nach Oberschwaben schwarze, welche Kalkspath eingesprengt haben, und daher punktweis mit Salzsäure brausen. Sie wurden schon von dem Rennthiervolke bei Schussenrieth zu kleinen Messern benutzt. Dr. Möhl (Württ. Jahresh. 1874. 268) hat sie „mikroskopisch durchforscht", aber den makroskopischen Kalkspath doch übersehen. Bei antiquarischen Untersuchungen ist die Kenntniß der Fundorte von Wichtigkeit geworden.

Chrysopras im Serpentin von Schlesien, wo er am schönsten bei Gläsendorf nördlich Frankenstein in der „großen Chrysoprasader" von

drei Meilen Länge (Meinecke über den Chrysopras 1805. 14) vorkommt, apfelgrün durch 1 Proc. Nickeloxyd. Sein splittriger Bruch namentlich der weißen ungefärbten Masse hält die Mitte zwischen Chalcedon und Hornstein. Er nimmt eine schöne Politur an, die schlechten können nachgefärbt werden, doch leidet die Farbe wenn man ihn nicht in feuchter Baumwolle aufbewahrt. Auch darf er beim Schleifen nicht zu heiß werden. Uebrigens haben jetzt gefärbte Achate feurigere Farbe. Der Name kommt Offenb. Joh. 21, 20, auch bei Plinius 37. 73 nach einer Lesart vor. Lehmann (Mémoires Acad. Berlin 1755. 202) trug ihn auf diesen Stein über. Schon in der St. Wenzelskapelle (14. Jahrh.) von Prag findet man große geschliffene Platten, (Agricola, Lehmann IV. 36 heißt sie Smaragd, Gesner de fig. lapid 1565 pag. 97 Pseudosmaragd), 1740 wurde ein Preußischer Officier bei der Windmühle von Kosemütz am Nordende der Ader wieder auf ihn aufmerksam, seinen Ruf bekam er durch Friedrich den Großen, welcher Sansouci damit schmückte. Da im Frankensteiner Serpentingebirge zugleich Chalcedon und Opal bricht, so wird auch dieser durch Nickel apfelgrün gefärbt. Die Steine liegen sehr oberflächlich, werden sogar durch den Pflug zu Tage gefördert, und verwittern hier zu einer steinmarkartigen Masse (Chrysopraserde, Pimelith), welche nach Klaproth 35 $\dot{S}i$, 38 $\dot{H}$, 5 $\dddot{A}l$, 15,6 $\dot{N}i$ enthält. Fühlt sich etwas fettig an, und kann fast mit dem Nagel geritzt werden. Die Zufälligkeit der Zersetzung nimmt den Analysen ihre Bedeutung. Noumeit von Noumea auf Neu-Caledonien $(\dot{N}i, \dot{M}g)^{10}\dddot{S}i^8 + 3\dot{H}$ ist eine ähnliche Masse.

Der Uebergang vom Chalcedon durch den Feuerstein in den Hornstein läßt sich in ausgezeichneter Weise unter andern im Muschelkalk des südlichen Schwarzwaldes (Adelhausen) erkennen: es scheiden sich dort im Kalke mehr als Kopfdicke sehr regelmäßige Feuerstein-Knollen aus, dieselben gleichen stellenweis dem schönsten Chalcedon, innen aber einem musterhaften grauen

Hornstein (Chert). Ein alter bergmännischer Name Agricola pag. 701: longe durissimum est, quod ex cornu cujus colorem non raro referre videtur nominatum, Latini silicem appellant. Doch versteht Plinius 36. 49 unter silex die verschiedensten Quarze. Werner unterschied zweierlei: einen splittrigen Hornstein, 2,6 Gew., durch seine todte einfache Farbe, den splittrigen Bruch und die Art der Durchscheinenheit dem Horn gleichend. So findet er sich auch zuweilen auf Erzgängen, hauptsächlich bildet er die Grundmasse gewisser Porphyre, Hornsteinporphyre, die freilich oft nicht frei vom Feldspath sind, und dann Petrosilex genannt wurden. Endlich rechnete Werner noch ausdrücklich die Feuersteine des obern Jura dahin, die in Franken und Schwaben sich in großer Menge finden, doch scheint es naturgemäßer, solche Kieselconcretionen beim Feuerstein zu lassen, die Gruppen werden dadurch natürlicher. Der muschelige Hornstein führt zum Jaspis, und läßt sich kaum feststellen. Holzstein heißen die verkieselten Hölzer, welche nicht in Opal verwandelt sind. Sie liegen in den Sandsteinen aller Flötzgebirge, auch

hier ist die Holzstructur wichtiger als die Quarzsubstanz. Nach Fuchs enthält der Hornstein keine lösliche Kieselerde (Opal). Auch das hohe Gewicht deutet mehr auf krystallinische als auf amorphe Aggregate.

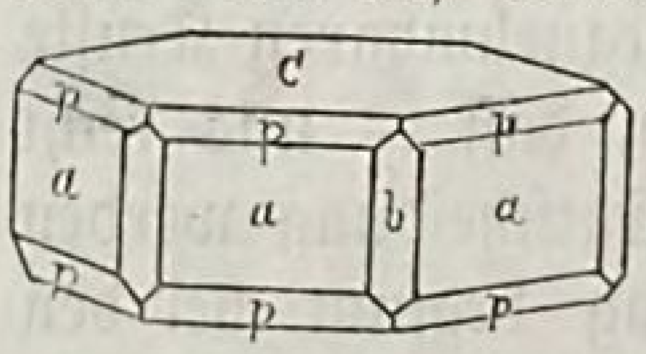
Afterkrystalle. Wie die Kieselerde Pflanzen und Thierreste durchdringt, so bildet sie auch ausgezeichnete Afterkrystalle, und darunter spielt Hornstein eine Rolle. Der Haytorit von Devonshire hat die Form des Datoliths, mit glänzenden Flächen und meßbaren Winkeln. Die Gypslinsen aus den tertiären Süßwassermergeln von Passy bei Paris haben sich zu großen Haufen in Quarz verwandelt, bricht man sie von einander, so sind sie innen zwar häufig hohl, aber die äußere Grenze hat sich vollkommen erhalten. Im Rotheisenstein von Schwarzenberg in Sachsen sind ausgezeichnete Würfel eingesprengt, sie bestehen durch und durch aus Quarz, der seine Form dem Flußspath dankt. Besonders war früher das Schneeberger Revier durch seine Hornsteinafterkrystalle von Kalkspath berühmt, worin Klaproth Beitr. VI. 232 durch Schmelzen mit Kali 98,25 $\ddot{S}i$ nachwies. Manche darunter sind nur roh überrindet, innen hohl oder schlecht ausgebildet; bei andern aber steckt unter einer leicht wegnehmbaren Kruste ein so wohlgebildeter Krystall mit glänzenden Flächen, daß es uns recht klar wird, wie schwierig in einzelnen Fällen die Entscheidung werden kann, ob Afterkrystall oder nicht. Die Afterbildung beginnt bei den Quarzen meist mit Uebersinterung, welche der Verwitterung stärker widersteht, als der eingehüllte Krystall. Wird letzterer dann ganz oder theilweis weggeführt, so entstehen hohle Räume in der Quarzmutter, und diese geben die scharfe Form des Krystalls, während die Uebersinterung nur rohe Umrisse erzeugt, und eigentlich nicht als Afterkrystall angesehen werden sollte, wie so häufig geschieht. Freilich läßt sich nicht immer sicher unterscheiden, was der Uebersinterung und was der Ausfüllung genau angehöre. Besonders sind die Erzgänge reich an Beispielen, doch treffen wir auch in den Kieselconcretionen an: so findet man in dem rothen Kugeljaspis von Auggen sehr deutliche hohle Würfel (Würfeleindrücke); im Feuerstein des Muschelkalkes auf dem Aischfelde zwischen Alpirsbach und Dornhan theils Eindrücke, theils wirkliche Würfel von Feuerstein im Feuerstein: war das Kalkspath?

Kieselschiefer heißen die dichten gemeinen Quarze, welche ganze Lager im obern Thonschiefergebirge und untern Kohlenkalksteine machen. Der gemeine graue ist ganz hornsteinartig, aber plattet sich gut nach der Schichtung. Der edlere durch Kohle schwarz gefärbte, gern mit weißen Quarzadern durchzogene, soll der coticula (Probierstein), Lapis Lydius oder Heraclius Plin. hist. nat. 33. 43 sein, weil er nach Teophrast (Cap. 78—80) im Fluß Tmolus in Lydien als Geschiebe gefunden wurde. Kalt wirkten sie besser als warm, und die „Sonnen- wurde der Erdseite“ vorgezogen. Die Probiersteine waren früher wichtiger als heute, wo die chemische Kunst sie theilweis ersetzt: sie müssen hart und so dunkelfarbig als möglich sein, durch den Schliff zubereitet sich sammtartig anfühlen, und von Säuren nicht angegriffen werden: his coticulis periti, cum e

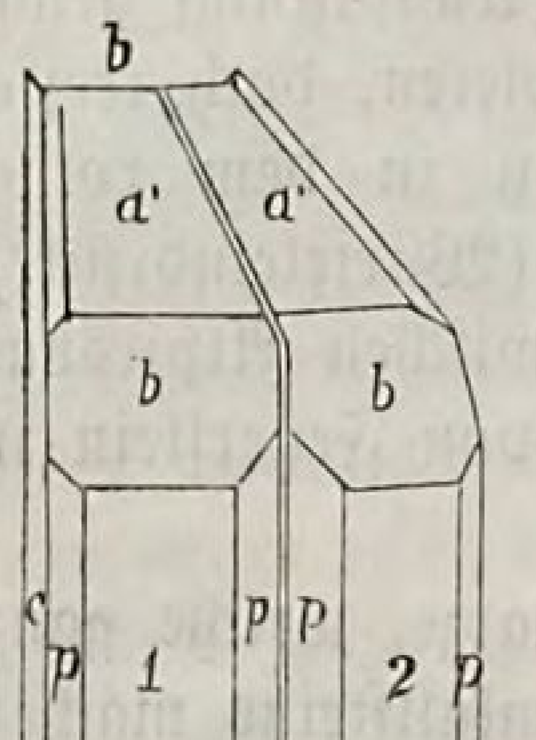
vena ut lima rapuerunt experimentum, protinus dicunt quantum auri sit in ea, quantum argenti vel aeris, scripulari differentia mirabili ratione non fallente. Die Sache grenze ans Wunder! Freilich liefen dabei auch viele Verwechselungen unter, namentlich mit Basalt (*βάσανος*), den Agricola bei Stolpe in Sachsen wiederfand, und Kentmann duritie adamantina beschrieb! Die guten Probiersteine der Pariser Juweliere sollen nach Dumas (Ann. Chim. Phys. 1875. 263) Holzsteine mit 4,4 Kohle und 84,4 S̈i sein.

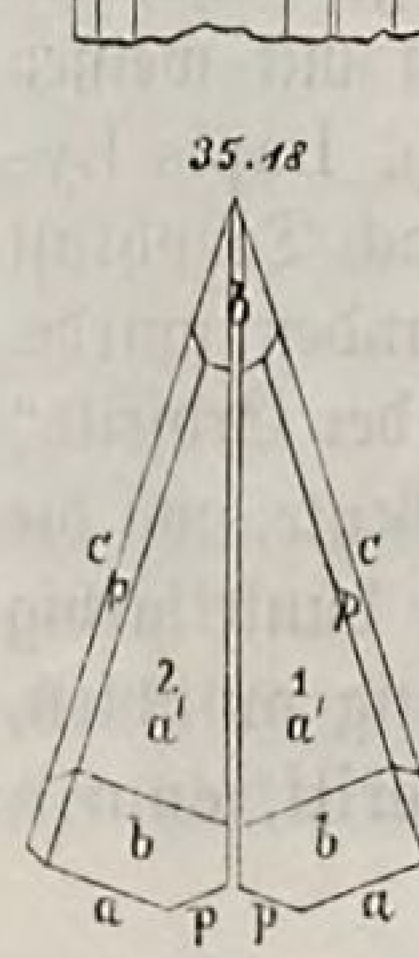
Mühlstein (Meulière) hat man vorzugsweise in Frankreich die unregelmäßigen Quarzlager im Süßwasserkalk des Tertiärgebirges bei Ferté-sous-Jouarre und Montmirail genannt, sie sind porös, die Poren öfter mit Quarz erfüllt, und es soll keinen besseren Mühlstein als diesen geben, (Epochen der Natur pag. 683). Sie werden aus Stücken zusammengesetzt und in eiserne Reife gefaßt.

Tridymit (*τρίδυμος* Drilling) nannte G. vom Rath (Monatsb. Berl. Akad. 1868. 201) kleine kaum 1 mm große wasserhelle Krystalle aus Drusenräumen des Trachyts vom Berge San Cristobal bei Pachuca in Mexico. Später fanden sich zwar Täfelchen von 3 mm (Pogg. Ann. 1874 Bd. 152. 1), aber für so complicirte Zwillingsgestalten ist das immer noch eine unbequeme Größe. Die einfachen Krystalle bilden **dihexaedrische** Platten mit einer ausgedehnten Geradendfläche c = c : ∞a : ∞a und einer Säule a = a : a : ∞c. Die Kanten c/a sind durch das Dihexaeder p = a : a : c abgestumpft, woran die Seitenkanten 124° 42′ und die Endkanten 127° 25′ betragen, was das Axenverhältniß a : c = 0,605 : 1 gibt.



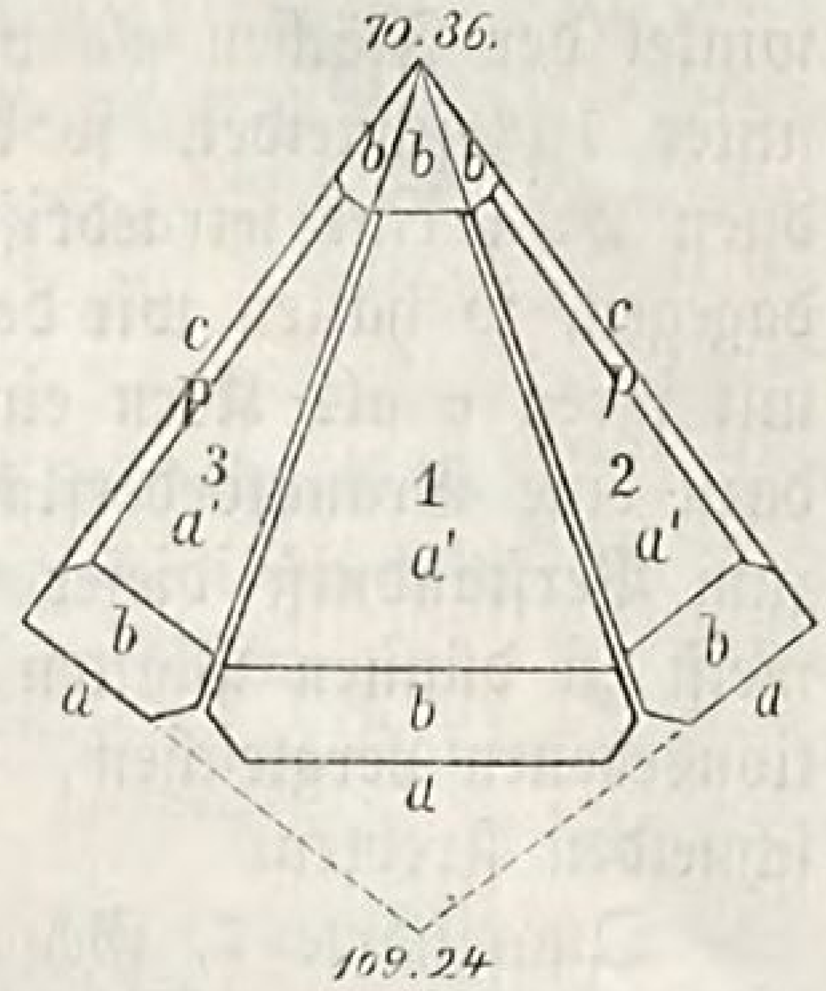
Die zweite sechsseitige Säule b = a : ½a : ∞c kommt nur untergeordnet vor, und zwischen a und b noch untergeordneter i = a : ⅗a : ∞c und l = a : ⁴⁄₉a : ∞c. Das Merkwürdigste jedoch sind die **Zwillinge**, welche viel mehr an das Zweigliedrige, als Sechsgliedrige erinnern, da sich die Tafeln aufrecht stellen, eine sonst nicht vorkommende Dihexaederfläche a : a : ⅙c gemein haben, und umgekehrt liegen. Diese Dihexaeder neigen sich gegen die Axe c 72° 21′ und messen daher in den Seitenkanten 35° 18′, das weicht vom halben Tetraederwinkel (35° 16′) nur 2′ ab. Würde das Hauptdihexaeder p 124° 40′ in den Seitenkanten haben, also um 2′ kleiner sein, so hätten wir genau den Tetraederwinkel. Das sind jedenfalls interessante Beziehungen. Die Zwillingsgrenze ist durch eine Doppellinie zwischen p/p angedeutet. Machen wir uns zum Verständniß einen



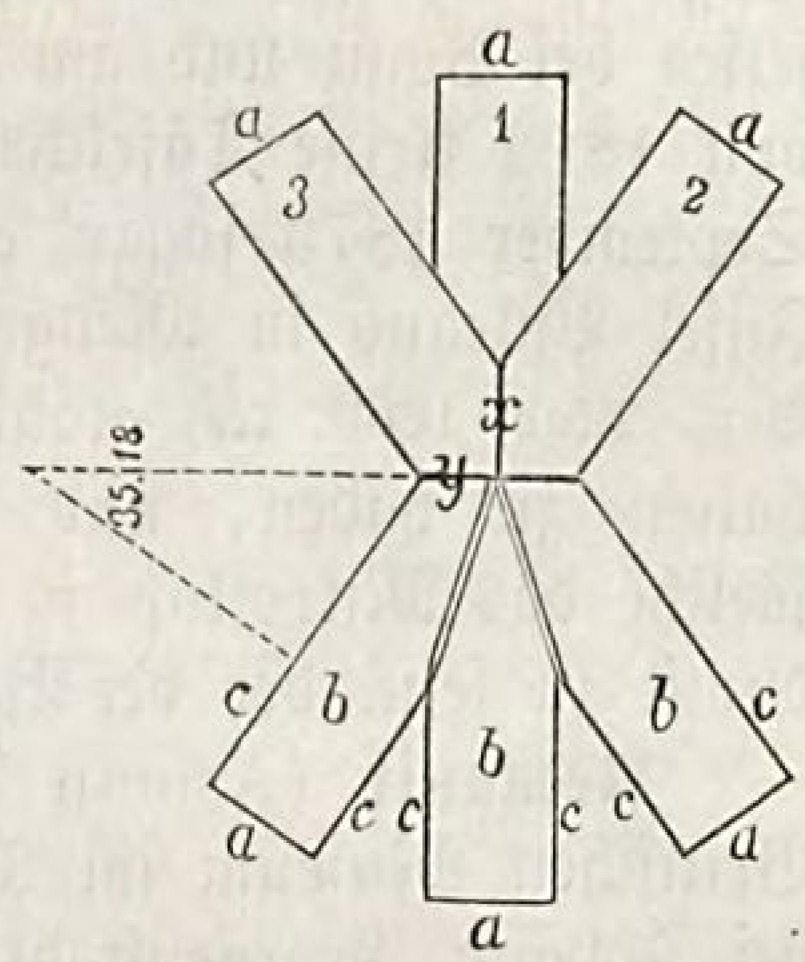


Querschnitt, so leuchtet ein, daß wenn sich c/c unter 35° 18′ schneiden, die Säulenflächen a/a das Supplement von 144° 42′ dazu bilden müssen, sobald sie sich

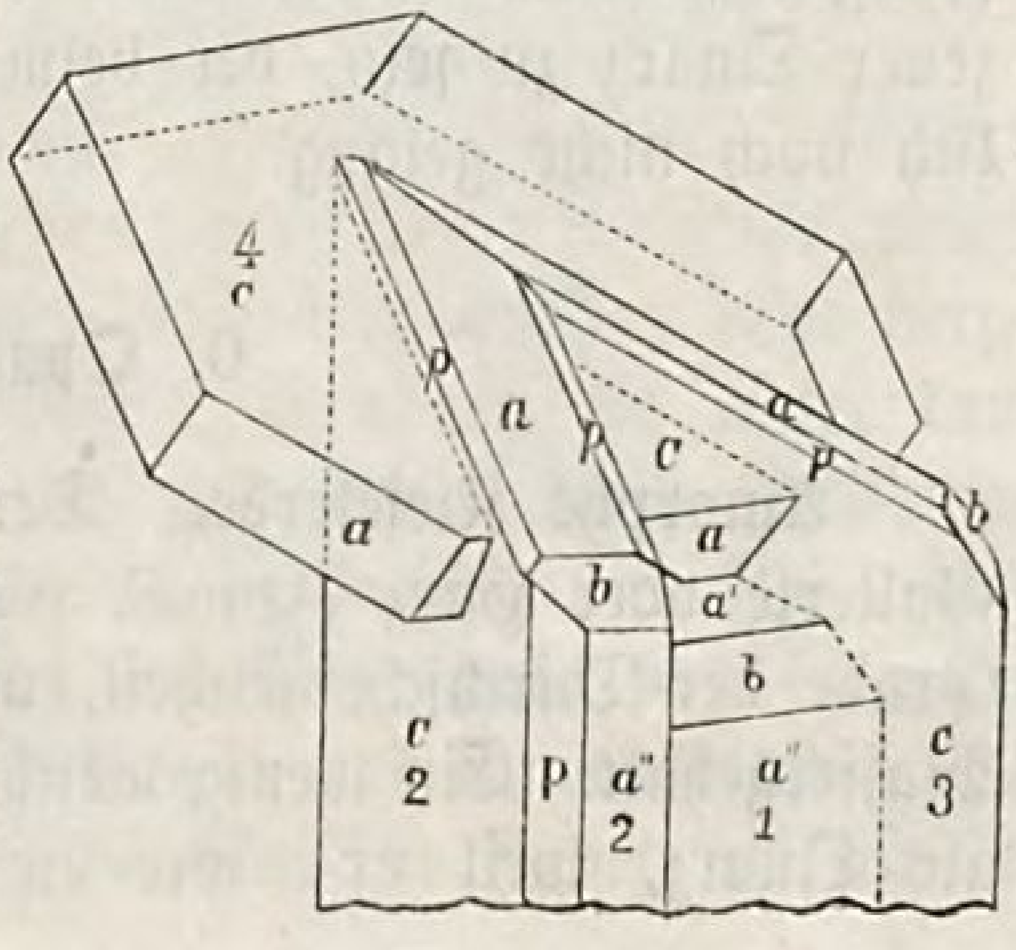
über den einspringenden Winkel p/p ausdehnen. Zum **Drillinge** fortschreitend müssen wir nicht etwa einen dritten Zwickel an eines der c ansetzen, denn das sind ja keine Zwillingsflächen, sondern das Mittelstück (1), als den eigentlichen Träger, symmetrisch vervollständigen, wodurch dann auf beiden Seiten Platz für ein Zwillingsstück gewonnen wird. Selbstverständlich haben wir jetzt oben den Tetraederwinkel 70° 36′, und unten, wenn wir uns zwischen a_2 und a_3 das Trapez vervollständigen, das Supplement den Oktaederwinkel von 109° 24′.



Durchwachsen die Drillinge, wie die drei Oblongen 1·2·3 zeigen, so stehen die Flächen a und c senkrecht gegen b. In den Winkeln kann sich natürlich nichts ändern: die großen bleiben 109·24, die kleinen 35·18; die Doppellinien links und rechts von 1 die wahren Zwillingsgrenzen. Würde jedoch der mittlere Träger verkümmern oder gar verschwinden, so könnte man zwischen 2 und 3 die Fläche x, welche der c_1 parallel geht, als neue Zwillingsgrenze ansehen, allein das wäre kein neues Gesetz, sondern im ersten involvirt. Gingen wir dann zum stumpfen Winkel, so müßte die senkrecht auf x stehende y die Begrenzung übernehmen. Aber diese Fläche hat keinen scharfen krystallonomischen Ausdruck. Denn da am Dihexaeder p gegen Axe c 27° 39′ neigt, so gibt tg 27·39 : tg 35·18 = 0,725. Die Neigung von Fläche y gegen Fläche a entspricht der Neigung der zu suchenden Dihexaederfläche gegen die Hauptaxe c. Wäre diese 34° 22′, so gäbe tg·27·39 : tg·34·22 = 0,75 = $\frac{3}{4}$ d. h. ein Dihexaeder y = a : a : $\frac{3}{4}$c = $\frac{4}{3}$a : $\frac{4}{3}$a : c wäre die Zwillingsgrenze im stumpfen Winkel zwischen den Individuen 2 und 3, die sich unter 111° 16′ schneiden müßten. Hr. vom Rath meinte 110° 8′ gefunden zu haben, und darnach ein zweites Zwillingsgesetz annehmen zu sollen, wobei die Individuen ein ebenfalls nicht vorkommendes Dihexaeder $\frac{4}{3}$a : $\frac{4}{3}$a gemein hätten, und umgekehrt lägen. Doch mag das auf sich beruhen. Zu den allermerkwürdigsten Thatsachen gehört



Die **Querkreuzung**: an den Drilling (1 2 3) gewöhnlicher Form setzt sich eine Tafel 4 an, deren Säulenfläche a sammt c mit der Säulenzone a′ b a″ des mittlern Individuums 1 in eine Zone fällt, und daher auch gegen die Seitenindividuen 2



und 3 symmetrisch liegen muß. Die Sache ist zwar nicht völlig klar, aber Hr. vom Rath knüpft hier in geistreicher Weise an den Tetraederwinkel der Flächen c/c von 2 und 3 an. Da c an Tafel 4 diese etwa unter 70° schneidet, so bilden die drei Geradendflächen ccc der Individuen 2 3 4 eine tetraedrische Ecke. Käme dazu noch eine fünfte von unten dagegen, so hätten wir den merkwürdigen Fall, daß vier Krystalle 2 3 4 5 mit ihren c als Kern ein Tetraeder einschlößen. Fläche c auf 1 würde dazu eine Granatoederfläche liefern. Vielleicht bildet das den Schlüssel zum Verständniß dieser merkwürdigen Erscheinung. Da die Krystalle meist zu dünnen Platten zusammenschrumpfen, so könnte man sie Reductionsebenen vergleichen, die sich im Gesetz regulärer Körper zu durchschneiden strebten.

Quarzhärte 7, Gew. 2,31. Mit 96 S̈i, die in gesättigter Natronlauge löslich ist. Blättchen in Drusenräumen des Trachyt des Drachenfelses bei Bonn und am Mont Dore. Am Vesuv in den Auswürflingen von 1822 kleine Täfelchen zu Kugeln auf Sanidin gruppirt. Am 7. September 1873 sogar als schneeweiße Asche vom thätigen Krater der Insel Vulcano in Menge ausgeworfen (Jahrb. 1875. 316). G. Rose (Sitzb. Berl. Akad. 1869. 449) glaubte ihn durch Schmelzen mit Phosphorsalz erhalten zu haben, und die sechsseitigen und runden matten Täfelchen, welche das Mikroskop in vielen Opalen nachweist, scheinen ebenfalls Tridymit zu sein, der bei Behandlung mit Kalilauge ungelöst zurückbleibt.

Asmanit (Asman Donnerkeil Indrâs) wurde von Maskelyne am Britischen Museum im Meteoreisen von Breitenbach auf dem Erzgebirge bei Johann Georgenstadt entdeckt, welches wahrscheinlich demselben Falle wie Rittersgrün und Steinbach angehört (Klar und Wahr pag. 292). Im Eisengeflecht steckt lichtgrüner Broncit und dieses farblose Fossil, welches jedoch erst zum Vorschein kommt, wenn man die Masse mit verdünnter Salzsäure wäscht. Dann zeigen sich Kügelchen, ähnlich dem Pallasischen Olivin, in seltenen Flächen mit Facetten bedeckt, welche auf 2gliedrige Säulen von 120° 20′ deuten, deren ausgebildete Kante durch b : ∞a : ∞c abgestumpft würde. Die Geradendfläche c : ∞a : ∞b soll blättrig sein. Ein auf die scharfe Kante aufgesetztes Paar b : c : ∞a würde in c 63° 53′ machen (Weisbach, Berg. Hüttenz. 1873. 245). Optisch zweiaxig, Apatithärte, Fettglanz, Gew. 2,24, 96 bis 99 S̈i. Es scheint demnach ein geschmolzener Quarz zu sein, der beim Erkalten krystallinisch erstarrte, was künstlich noch nicht gelang.

C. Opale (von ὄψ Auge).

Amorphe Kieselerde. Der vollkommen muschelige Bruch glänzt wie Gallerte oder Harz (Quarz résinite). Spröde, trübe Farben, und alle Grade der Durchscheinenheit, mit einem zwischen 3—12 pC. schwankenden Wassergehalt. Ein wenig weicher (Feldspathhärte) und leichter (2,1 Gew.) als Quarz, weil er, wie die geschmolzene und organisch ausgeschiedene

Kieselerde, zu der amorphen gehört, daher in Kalilauge löslich. Besonders in Vulkanischen Gesteinen zu finden. Man sieht sie als eine eingetrocknete Kieselgallerte an, die zufällig mehr oder weniger Wasser zurückhielt. Schließt oft Tridymit und Chalcedon ein. Behrens Mikroskopische Untersuchung der Opale (Sitzb. Wien. Akad. Bd. 64) und über ihr Spectrum (Jahrb. 1873. 920).

1) Edler Opal Plinius 37. 21 India sola et horum mater... est enim in his carbunculi tenuior ignis, est amethysti fulgens purpura, est zmaragdi virens mare, cuncta pariter incredibili mixtura lucentia. Agricola vergleicht ihn schön mit dem Farbenglanz der Halsfedern erzürnter Truthähne. Möglich daß auch der Name Jaspis Off. Johann. 4, 3 auf diesen man möchte sagen schönsten aller Steine zu deuten sei.

Farbe milchblau, aber aus der trüb durchscheinenden Masse leuchten im auffallenden Lichte die brennendsten Regenbogenfarben, worunter sich besonders Grün, Roth und Blau auszeichnen, die im durchfallenden matter und complementär werden. Nach Klaproth 10 Ĥ. Die milchige Trübe und das Farbenspiel ist offenbar erst Folge von Veränderung, denn es gibt Stücke von großer Klarheit, die sich allmählig trüben und zuletzt undurchsichtig (gemeiner Opal) werden. Hauy suchte den Farbenreflex durch kleine Sprünge, Brewster durch Zwischenräume von regelmäßigerer Gestalt zu erklären. Nach Behrens der einzige Körper, der durch Reflexion homogenes Licht gibt, daher die unvergleichliche Reinheit der Farbe. Der Werth hängt von der Schönheit des Farbenspieles ab. Plinius erzählt uns von dem im Alterthum so hochgeschätzten Opal des Nonius, der zwar nur von der Größe einer Haselnuß dennoch nach einer Lesart auf 800,000 Rthlr. geschätzt wurde. Hasselquist (Resa til Levanten, deutsch. Uebers. 1762. pag. 546) meinte, er sei in den Ruinen von Alexandrien wiedergefunden. Daher führte ihn Cronstedt (Werner's Uebers. 126) als Nonius-Opal besonders auf. Im Kaiserlichen Schatze zu Wien findet sich ein ganz reiner von der Größe einer Mannesfaust (34 Loth), man sagt 2 Mill. Gulden Werth. Die Napoleoniden hatten für Opal eine ganz besondere Vorliebe, Murat's Gemahlin besaß den schönsten Opalschmuck der Welt. Aber Eugenie hielt ihn für Unglückbringend. Man schleift ihn mit gerundeter Oberfläche. Die berühmtesten Opalbrüche finden sich beim Dorfe Czerwenitza zwischen Kaschau und Eperies, wo sie in Schnüren und Nestern auf einem grauen sehr unansehnlichen Trachyt-Tuff (Opalmutter genannt) vorkommen. Nach Beudant soll sich sogar die Kieselfeuchtigkeit zuweilen noch weich finden, auch Zeuschner sprach vom „flüssigen Opal" (Bronn's Jahrb. 1833. 317). Sie werden dort bergmännisch gewonnen, in den Orient ausgeführt, von wo sie unter dem Namen „Orientalischer Opal" wieder zu uns gelangen. Nach Haidinger (Berichte III. 213) waren die Gruben um 10,650 fl. verpachtet, und 100—150 Arbeiter thätig. Neuerlich kommen sie auch aus Guatemala von Gracias a Dios in Handel. Auch Mexico (Jahrb. 1874. 588) und Queensland haben herrliche Abänderungen. Zu Hubertsburg in Sachsen findet er sich in

einem schieferigen Thongestein, derselbe ist aber durch starken Wasserverlust matt und undurchsichtig, klebt an der Zunge, hat starken Thongeruch und zeigt nur geringes Farbenspiel. Legt man ihn aber ins Wasser, so wird er nicht blos vollkommen durchscheinend, sondern gewinnt auch an Farbenspiel. Daher nannten ihn die ältern Mineralogen Lapis mutabilis oder oculus mundi (Weltauge), die ohne Farbenspiel Hydrophan. Das eingesogene Wasser verdunstet aber bald, und dann nehmen sie sofort ihre matte Undurchsichtigkeit wieder an. In Oel gekocht sollen sie jahrelang das Farbenspiel zeigen, und mit Wachs oder Wallrath getränkt, werden sie im Feuer durchsichtig (Pyrophan), weil dann das Wachs schmilzt. Zum Theil sind solche Dinge schwimmend leicht wie Tabasheer. Beim Schleifen entwickeln sie Bitumengeruch, schwärzen sich auch beim leichten Brennen. In Alkohol und dann in Wasser gelegt zeigen sie vorübergehend zierliche Dendriten. Wegen ihrer Porosität eignen sie sich vorzüglich zu Difusionsversuchen (Reusch, Pogg. Ann. 124. 431).

2) Gemeiner Opal durch alle Uebergangsstufen auf das Engste mit dem Edlen verbunden, nimmt außer der Milchbläue allerlei andere trübe Farben an, und besitzt in vielen Abänderungen noch bedeutende Durchscheinenheit. Das Farbenspiel verschwindet gänzlich. Zu den bekannteren Vorkommnissen gehören Feueropal in Porphyrgängen eines schwarzen Kalksteins von Zimapan in Mexico mit blaßtrüber hyacinthrother Farbe, die bei durchscheinenden Stücken stark in das Feuergelbe spielt. Klaproth (Beiträge IV. 159) fand 7,7 Ḣ, und 2,12 Gew. Der wachsgelbe Opal aus den verlassenen Goldgruben von Telkebanya (Kaschau) läßt in zolldicken Stücken noch viel Licht durch, ein Muster für Opal. Wie der Feuerstein überzieht er sich an der Oberfläche in Folge von Verwitterung mit einer dicken weißen Rinde, dieselbe klebt stark an der Zunge und nimmt mit Zischen Wasser auf, wird aber nicht durchsichtig, verhält sich also ganz anders als Hydrophan. Solche matten Rinden finden sich noch bei andern gemeinen- und Halb-Opalen, man nennt sie auch wohl Cacholong pag. 246. Prachtvoll ist zuweilen die apfelgrüne Farbe des Prasopal von Kosomütz und Pernstein in Mähren, er verdankt seine Farbe wie der mitvorkommende Chrysopras dem Nickel. Ueberhaupt ist das Serpentingebirge von Frankenstein in Schlesien reich an schönen Opalen, worunter der bläulich bis grünlich weiße Milchopal von Kosemütz hervorsticht. Häufig findet sich darin **Tridymit**, der nach G. Rose beim Auflösen in Kali zurückbleibt. Abgeschlagene Splitter lassen die sechsseitigen trüben Flecke im Mikroskop erkennen. Ein rosenrother Opal im Süßwasserkalk von Mehun und Quincy soll seine Farbe organischer Substanz verdanken. Die bittererdehaltigen heißen Quincyt.



3) Halbopal nannte Werner die zwischen Kugeljaspis und gemeinem Opal mitten inne stehenden Abänderungen, nur an den Kanten durchscheinend, wenig Glanz und trübe Farbe meist von weiß, grau und braun. Schon 1803 wurde durch Jordan der weiß- und braungestreifte

Halbopal von Steinheim bei Hanau bekannt, der nach Leonhard auf Gängen im körnigen Basalte (Anamesit) vorkommt. Er kann zwar als Muster dienen und doch geht er öfter in einem einzigen Handstück in Chalcedon und Hornstein über, Beweis genug, wie unsicher die Unterscheidung werden muß. Im Klingsteintuff von Hohentwiel am Bodensee kommen Blöcke von leberbrauner Farbe vor, die an Holzstructur erinnern. Vor allem reich sind jedoch die Trachyt- und Porphyrtuffe von Ungarn, namentlich in der Gegend von Tokay und Telkebanya, an Farbe intensiv grün, wachsgelb, braun 2c. Namentlich geben diese Opale auch das Mittel zu den versteinerten Hölzern, welche Werner

Holzopal nannte, in demselben findet sich meist ein Gemisch von gemeinem und Halb-Opal, und die Holzstructur hat nicht selten auf die ungleiche Vertheilung der Masse wesentlich eingewirkt. Besonders interessant durch das intensive Braun ihrer Farbe sind die Hölzer im Bimsteintuff von Schaiba: die Masse gleicht im Aussehen der erstarrten Brühe von stark gebratenem Kalbfleisch. Jaspopal heißen die von unorganischem Gefüge.

Wenn Halbopale stark durch Eisen gefärbt sind und dabei zum Matten neigen, so nannte sie Werner Opaljaspis. Auch der zeisiggrüne Chloropal von Unghwar (Unghwarit) mit serpentinartigem Ansehen gehört zu den unreinen Opalen, die durch Verwitterung leicht leiden, wie Hausmann (Leonh. Jahrb. 1858. 569) im Basalt am Meenser Steinberge zwischen Göttingen und Münden nachgewiesen hat. Analysen haben da nur einen localen Werth. Die Farbe erinnert auffallend an den ochrigen Hypochlorit (Grüneisenerde) von Schneeberg, der aber 13 Wismuthoxyd und 9,6 Phosphorsäure enthält. Frenzel (Jahrb. 1872. 220) gibt sogar 43 $\ddot{B}i$ an. Bei Bräunsdorf sind sie Antimonhaltig 2c. Wie Opale zum Feuerstein überspielen, zeigt

4. Menilit Wr. vom Ménilmontant bei Paris, wo er Knollen (Knollenstein) im Klebschiefer bildet. Es sind offenbar allerlei unförmliche Kieselconcretionen, die sich nach Art des Feuerstein gebildet haben. Sie neigen etwas zur Schieferung, haben aber im Querbruch ganz den Glanz eines ausgezeichneten Halbopals, von welchen sie sich jedoch durch ihr geognostisches Vorkommen leicht unterscheiden. Am schönsten sind die leberbraunen der Pariser Gegend, namentlich auch ausgezeichnet durch ihre sonderbar verworrene Knotung. Klaproth gab darin 85,5 $\dddot{S}i$, 11 $\dot{H}$ 2c. an. Zu Argenteuil sind die Knollen grau, brausen aber nicht mit Säure. Bei Paris liegen dagegen Süßwassermuscheln darin, diese werden dann nicht blos matt, sondern brausen auch, es sind Kieselmergel. Der bekannte und früher so berühmte Schwimmstein von St. Ouen ist nichts weiter als das Kieselskelet dieser Muschelmenilite, denn Bulimus pusillus sitzt noch unverändert darin. Wirft man ihn auf das Wasser, so zischt er stark und sinkt nach wenigen Minuten unter. Es gibt zwar auch nichtzischende, die gar nicht untersinken, diese scheinen aber künstlich mit einem fetten Thon überschmiert zu sein, der die Oberfläche der Poren

verstopft hat. Kieselmergelknollen bilden die Vermittelungsstufe zwischen ächtem Feuerstein und Menilit. Auch die Quarzconcretionen im Süßwasserkalk zeigen eine entschiedene Annäherung zum opalartigen Glanz, und doch sind sie oft ganz von Planorbis und Paludinenspecies durchwoben. Von höchst regelmäßiger Runzelung und auffallender Formenbildung sind die Kieselmergel aus dem Muschelkalk von Leufelfingen in der Schweiz, die dann weiter sich an die Mergelknollen anschließen, worin die Kieselsäure schon stärker zurücktritt. Wer hier blos nach mineralogischen Kennzeichen scheidet, geht in der Irre.

Ehrenberg (Pogg. Ann. 38. 455) sucht den Beweis zu führen, daß alle diese Kiesel (er nennt sie Halbopale) aus dem Polirschiefer, namentlich die von Bilin und Luschiz in Böhmen, „durch formlose Kieselmasse cämentirte Infusorienschalen" seien. Kieselpanzer von Gaillonella varians, Navicula viridis etc. kommen wenigstens in großer Menge im Tripel und Polirschiefer vor, so daß diese Kieselerde förmliche Infusorienlager (Handbuch der Petrefaktenk. pag. 691) bildet. T r i p e l (terra Tripolitana), eine gelbe magere Erde mit 90 $\dddot{S}i$, kommt über Tripoli aus Nordafrika in den Handel.

P o l i r s c h i e f e r lagern besonders ausgezeichnet im Tertiärgebirge bei Paris, in der Nachbarschaft der Basalte bei Bilin in Böhmen, am Habichtswalde bei Cassel 2c. Sie haben einen thonigen Geruch, man könnte sie ihrem Aussehen nach für graue Mergel halten, allein mit Säure brausen sie nicht. Die compacten kleben so stark an der Zunge (Klebschiefer von Paris), daß sie beim Wegreißen schmerzen, Klaproth (Beitr. IV. 318) wies darin 62,5 $\dddot{S}i$ nach. Unsere deutschen zerfallen leicht zu Mehl, nur lagern rauhe Platten dazwischen (Saugschiefer), die zuletzt zu Menilitartigen Opalen werden. Der mehlige Schiefer fühlt sich sehr sanft an. Bei Randanne am Puy de Dôme wird in alten Torfmooren zwischen Vulkanen eine gelbliche Erde (Randanit) abgebaut, die sich in Aetzkali löst, sie hat ungefähr die Consistenz der Kreide, läßt sich aber mit dem Finger zu einem unaussprechlich feinen Mehl zerdrücken, welches bei der geringsten Bewegung die Luft mit feinen Staubwolken erfüllt: das sind Panzer von Infusionsthieren, wie sie sich an vielen Hundert Orten bis in die jüngsten Formationen herauf gefunden haben. Mit $\frac{1}{20}$ Thon gemischt und gebrannt geben sie die bei den Alten so berühmten schwimmenden Ziegeln, die 1791 Fabroni aus dem Bergmehl von Santa Fiora in Toscana wieder herstellte (Pogg. Ann. 26. 505). Sie schwimmen wie Kork auf Wasser! Nach Klaproth (Beitr. VI. 351) enthalten sie 79 $\dddot{S}i$. Die Tiza in Mexico 240′ mächtig enthält Süßwasser-Diatomeen, die Braunkohle dazwischen Spongiaceen. Die Infusorienerde in der Lüneburger Haide bei Oberohe von 40′ Dicke ist ein wichtiger Handelsartikel geworden, wovon der Centner 1—10 Mark werth ist: als schlechter Wärmeleiter dient er zu feuerfesten Schränken; mit Nitroglycerin gemischt gibt er Dynamit, mit Harz Cement; mit Siegellack hindert er das Abtröpfeln; er liefert Formsand, Steinkitt, Wasserglas, Ziegeln 2c.

5. **Hyalith** Wr. wurde von Müller in den Höhlen basaltischer Gesteine der Umgegend von Frankfurt a. M. gefunden (Erlenbach) und daher lange wegen seines Aussehens Müller'sches Glas genannt. Er bildet kleintraubige Ueberzüge, die man wegen ihrer Klarheit nicht zum Opal stellen würde, wenn Buchholz nicht 6,3 $\dot{H}$ darin gefunden hätte, und ihr Gewicht (2,1) so leicht wäre. Mikroskopische Schliffe zeigen sehr vollkommen concentrische Schichtung, womit auch seine negative doppelte Strahlenbrechung zusammenhängt, Schulze (Jahrb. 1861. 583). Im Basalt von Walsch in Böhmen, im Serpentin von Schlesien (Zobten, Jordansmühle), auch in den Laven von Ischia ꝛc. findet er sich. Nach Humboldt tragen die Ameisen von Santjago in Neuspanien Steinchen der Art mit ganz besonderer Auswahl in Haufen zusammen. Er hat einen ähnlichen Ursprung wie **Kieselsinter** an den heißen Quellen Islands, dessen perlartige Oberfläche bald schimmernd bald mattweiß aussieht. Besonders lieblich ahmt der **Perlsinter** von St. Fiora in Toscana auf traubiger Oberfläche den Schein der Perlen nach. **Kieselguhr** nennt man die weißen oder die Eisenoxydrothgefärbten Massen von Reikianes in Südisland, welche noch Wellenschläge zeigen, gleich dem Karlsbader Sprudelstein. **Kieseltuff** (Geyserit) heißen dagegen die unregelmäßigen Kieselmassen, welche sich um die Mündung des Geyser, der ein 1850tel Kieselerde gelöst enthält, abgelagert haben, Moos, Blätter, Thierreste ꝛc. einwickelnd. Nach Klaproth (Beitr. II. 112) enthalten sie 98 $\ddot{Si}$. Auch die schneeweißen Rückstände (Bianchetto) der Fumarolen entstehen nach Rammelsberg (Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch. XI. 446) aus reiner amorpher Kieselerde mit Wasser. Großartig sind die Ablagerungen im Yellostone Nationalpark, wo an den Geyserbecken sich milchweiße Halbopale bilden, mit Spuren von Lithium und Strontian bei 96 $\ddot{Si}$, Dr. Endlich's **Pealit**. Bleibt doch selbst in der Ackerkrume auf kieselhaltigen Kalkböden nur Kieselerde als Verwitterungsproduct zurück.

Gefritteter Quarz kommt auf mannigfache Weise vor. Im Tertiärgebirge von Paris, im Braunkohlengebirge Norddeutschlands ꝛc. nehmen die Sandsteine oft ein Aussehen an, als wären die Quarzkörner zusammengeschmolzen. Wo der Basalt glühend heiß den Buntensandstein in Hessen (Wildenstein) durchbrach, hat er denselben nicht blos entfärbt und zu Säulen abgesondert, sondern förmlich angeschmolzen, wie die Gestellsteine im Hochofen. Das merkwürdigste jedoch sind die **Blitzröhren**, die sich im Quadersandstein auf Sandwehen der Sennerhaide bei Oesterholz im Fürstenthum Lippe, bei Dresden, Blankenburg am Harz ꝛc. finden, und neuerlich auch aus der Wüste zwischen der Oase Farfarah und Siwa von Zittel mitgebracht wurden. Der einschlagende Blitz hat lange verzweigte Röhren gebildet, die außen rauh von anbackenden Sandkörnern, innen aber einen spiegelnden Glanz von einer ausgezeichneten Quarzfritte haben. Man kennt sie schon seit 1761 von Massel bei Breslau, Dr. Fiedler hat sie über 16 Fuß tief in die Erde verfolgt (Gilbert's Ann. 1822. Bd. 61. 301), und Wicke (Pogg. Ann. 106. 158) sahe sie in Oldenburg unmit-

telbar nach dem Einschlagen des Blitzes. Hartig, Notice sur un cas de formation de Fulgurites. 1874.

II. Feldspäthe.

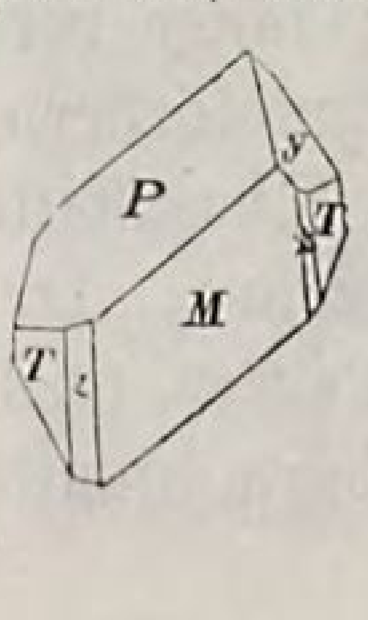
Feldspath gehört zwar zu den verbreitetsten Mineralen im Urgebirge, dennoch finden wir im Alterthum keinen Namen dafür. Agricola Bermannus pag. 701) scheint ihn unter Saxum Spatum zu begreifen, Klaproth (Beiträge VI. 242) wollte daher wieder Felsspath einführen, da Feldspath (Spathum campestre), der erst seit Denso 1750 in der Uebersetzung von Wallerius Mineralog. pag. 87 gebräuchlich ward, blos durch Mißverständniß aufgekommen sei. Auch Hauy (Lehrb. Mineral. 1804. II. 699) war mit der Benennung nicht zufrieden, doch wagte er es kaum, dafür „Orthose" in Vorschlag zu bringen, woraus später der Breithaupt'sche **Orthoklas** (ὀρθός grad) hervorging, der auf die Rechtwinklichkeit der Blätterbrüche P/M anspielen soll, gegenüber den schiefwinklichen **Plagioklasen** (πλάγιος schief, κλάω brechen). Unter den Späthen der härteste, daher Spatum scintillans, die Härte leitete Linné von ein wenig Eisenbeimischung her. Während die andern Späthe auf Gängen im Gebirge versteckt liegen, findet sich dieser in allen Urgebirgsgegenden auf Feldern. Seine Krystallisation hat zwar Hauy schon richtig erkannt, doch verdanken wir Weiß (Abh. der Berl. Akad. 1816, 1820, 1835 und 1838) eine Reihe von Abhandlungen, die uns mit den Fundamentalverhältnissen der Zonenlehre bekannt machten und die ganze Sache in dieser Beziehung zum Abschluß brachten. Nur rücksichtlich der Winkel und Zusammensetzung fand G. Rose 1823 (Gilb. Ann. 73. 173) Abweichungen, und Kupfer bewies 1828, daß auch der Adular schiefe Axen habe (Pogg. Ann. 13. 209).

1. Feldspath.

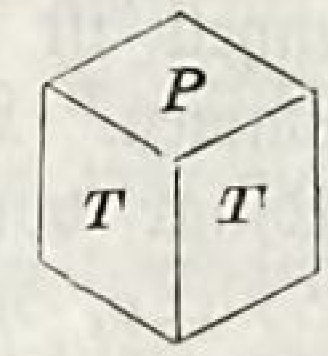
Uebersicht. P 101, M 010, T 110, x 1'01, y 3'01, q 1'03, t 501, r 3'05, l 4'03, 9'04, k 100, o 1'21, n 141, z 130, g 011, m 321, u 3'41, v 3'81, h 343, s 1'61, d 581, i 1·12·1, μ 1'11, f 16'·3·12, 11·0·1, δ 13'·01, f 4'33, π 47'·01. T/T 118° 48', T/x 140° 40', T/y 134° 19', P/T 112° 16', P/k 116° 7', P/x 129° 40', P/y 99° 38', P/q 145° 47', P/t 139°, P/n 135° 3', P/o 134° 42', M/z 150° 35', o/o 126° 14', n/n 90° 7', n/o 136° 15', x/o 153° 7', P/g 150° 52', M/u 123°, k/y 144° 15'.

a : b : k = 2,1276 : 3,5977 : 0,043; A/c 91° 10'.

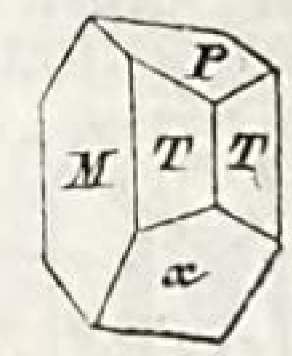
Unter Feldspath schlechthin wird vorzugsweise **Kalifeldspath** verstanden, ein ausgezeichnetes 2 + 1 gliedriges Krystallsystem, aber



mit manchen Eigenthümlichkeiten. Der erste Blätterbruch P = a : c : ∞b macht mit dem etwas weniger deutlichen 2ten M = b : ∞a : ∞c 90° (**Orthoklas**), das ist das wesentlichste Kennzeichen; P gibt sich häufig durch Sprünge und Neutonianische Farben zu erkennen. P gegen Axe c 63° 53'. Die geschobene Säule T = a : b : ∞c macht



$118^0\ 48'$, M stumpft nicht blos ihre scharfe Kante gerade ab, sondern P ist auch gerade auf die stumpfe Kante aufgesetzt, denn P/T beträgt vorn links und rechts $112^0\ 16'$. Und doch hatte der scharfsinnige Hauy schon richtig erkannt, daß von den beiden Säulenflächen T die eine blättriger sei als die andere, man sieht es bei dem Amazonenstein vom Ural sehr deutlich, deßhalb nannte er die blättrigste von beiden T, die andere weniger blättrige l, wodurch jene einundeinkantige Primitivform P M T pag. 104 entstand. Es verräth das noch eine Verwandtschaft mit den eingliedrigen Plagioklasen. Doch da man sich nicht bei allen Feldspäthen von diesem Unterschiede überzeugen kann, so muß man wohl bei dem Weiß'schen Symmetriebilde stehen bleiben, was auch die strengsten Messungen fordern. Die hintere Gegenfläche $x = a' : c : \infty b$ dehnt sich zwar gern aus, ist aber gänzlich unblättrig, und macht die Winkel x zur Axe $c = 65^0\ 47'$, woraus nach pag. 66 folgt:

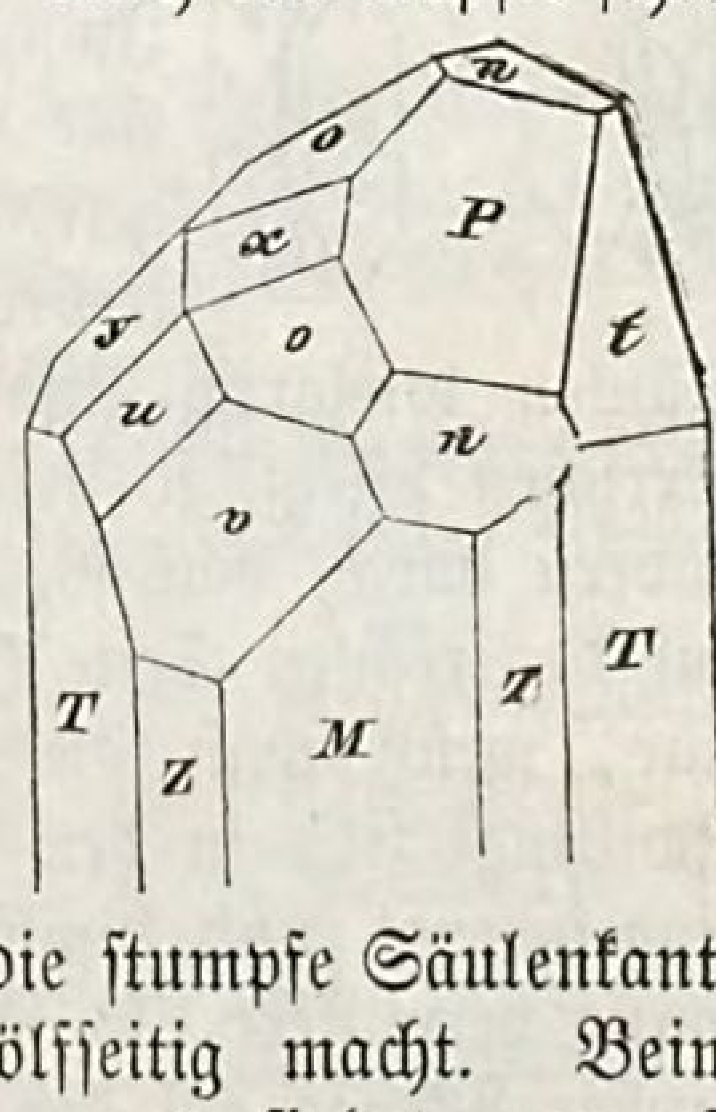


$$a : b : \varkappa = \sqrt{4{,}529} : \sqrt{12{,}949} : \sqrt{0{,}001878},\ \alpha = 1^0\ 10'.$$

Weiß nahm $\varkappa = 0$ (dann fällt A mit a zu rechtwinkligen Axen zusammen), $T/T = 120^0$ und $P/T = P/x = 112^0$, woraus sich das schöne Axenverhältniß

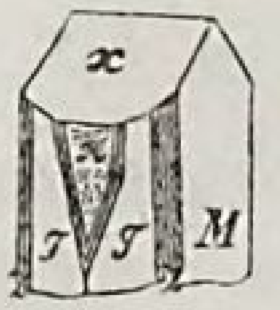
$$a : b : c = \sqrt{13} : \sqrt{3 \cdot 13} : \sqrt{3}$$

fand, das zu so vielen interessanten Betrachtungen ihm Veranlassung gab. Aus den 5 Flächen P M T T x (Projectionsfigur pag. 46) wurden sodann alle deducirt: das hintere Augitpaar $o = a' : \frac{1}{2}b : c$ fällt in die Diagonalzone von x, d. h. in Kante M/x und in die erste Kantenzone P/T. Das vordere Augitpaar $n = a : c : \frac{1}{4}b$ liegt in der Diagonalzone von P und der Zone T/o. Diese für das System so wichtigen Flächen stumpfen nach Weiß'scher Annahme die rechtwinklige Kante P/M gerade ab, machen also unter sich eine wirkliche quadratische Säule n/n. Nach den Kupfer'schen Messungen würde n/n über P $90^0\ 6'$ und P/n $135^0\ 3'$ betragen, eine höchst unbedeutende Abweichung. Die dreifach schärfere $y = \frac{1}{3}a' : c : \infty b$ fällt kreuzweis in die Zone T/o und bildet gewöhnlich ein fast rechtwinkliges Dreieck ($89^0\ 18'$). Sehr häufig ist die Säule zehnseitig durch $z = a : \frac{1}{3}b : \infty c$, die Kante M/T und n/o abstumpfend, und zwar diejenigen n und o, welche der Kante M/T oben und unten anliegen. Diese so häufig erscheinende z ist immer matt und daran leicht zu erkennen.

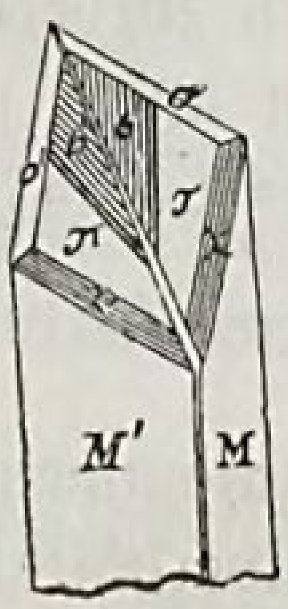


Viel seltener findet sich $k = a : \infty b : \infty c$, welche die stumpfe Säulenkante grade abstumpft, und die zehnseitige Säule zwölfseitig macht. Beim Adular kommt sie schön vor. Hinten $q = 3a' : c : \infty b$ findet man oft beim Adular, selten vorn $t = \frac{1}{5}a : c : \infty b$, hinten $r = \frac{3}{5}a' : c : \infty b$. Ein zu Px TT zugehöriges Paar $g = b : c : \infty a$ kommt zuweilen beim Adular vor, $u = \frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b : c$ liegt in der Diagonalzone von y, darunter $v = \frac{1}{3}a' : \frac{1}{8}b : c$, $m = \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}b : c$ stumpft die vordere Kante P/T ab. Große Sel=

tenheit ist $s = a' : \frac{1}{6}b : c$ hinten, sie soll sogar nur beim Anorthit vorkommen. Vorn $i = a : \frac{1}{12}b : c$, $h = a : \frac{3}{4}b : c$ und $d = \frac{1}{5}a : \frac{1}{8}b : c$. Beim Adular vom St. Gotthardt erwähnt v. d. Borne eines Flächenpaares $a' : b : c$, das wie das 2gliedrige Oktaeder hinten auf die Säule T gerade aufgesetzt sein würde. Hessenberg fand vorn eine Schiefendfläche $a : 11c : \infty b$, 127° gegen P geneigt. Noch häufiger findet man hinten unter x eine rauhe



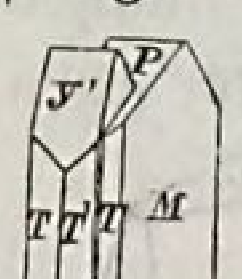
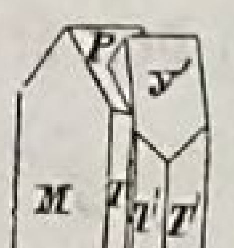
übermäßig steile π, die man auf $a' : 47c : \infty b$ schätzen darf, da sie nur reichlich $2\frac{1}{2}$° gegen Axe c geneigt ist. Undeutlich findet sich am Schwarzenstein im Zillerthal selbst noch die Kante T/π abgestumpft. Lévy maß beim farbenspielenden Murchisonit, in Geschieben des Conglomerats von Exeter (Oldred), hinten einen versteckten Blätterbruch δ, der 9° 17′ gegen Axe c



geneigt $a' : 13c : \infty b$ erhalten würde. Nicht ohne Interesse sind die Störungsflächen σ an den Adularzwillingen von der Sella am St. Gotthardt. Sie glänzen stark, schneiden sich aber so stumpf, daß sie einen sehr ungefügen Ausdruck bekommen. Der obere Winkel auf T beträgt etwa 59°, ja die Kante T/σ ist nicht selten nochmals abgestumpft. Gerade auf den Seitenflächen T bilden sich, wenn ein Zwillingsstück durchsticht, gar oft von der Durchstichsstelle aus die glänzendsten Knickflächen. Man könnte solche Zufälligkeiten ganz übergehen, wenn nicht die Sache in Rücksicht auf die complicirten Ausdrücke des Bergkrystalls einiges Interesse erweckte.

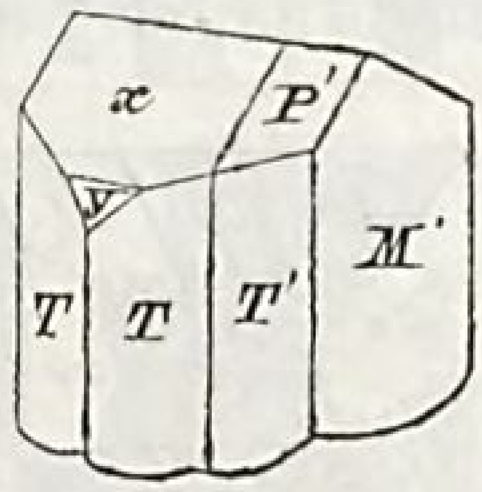
Der Feldspath kommt übrigens häufiger in Zwillingsform als einfach vor, und zwar nach folgenden zwei Gesetzen.

1. **Karlsbader Zwillinge**: zwei Individuen haben die sechsseitige Säule TTM gemein und liegen mit ihren Endflächen P und x (y)

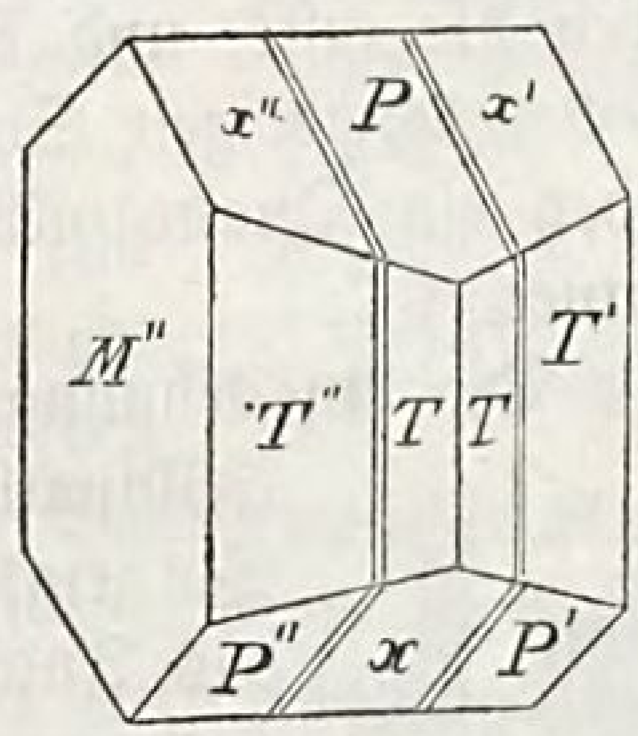



umgekehrt, so daß das x des einen mit P im andern Individuum fast spiegelt pag. 100. Es ist dadurch eine völlige zweigliedrige Ordnung in den Flächen eingetreten. Gewöhnlich legen sie sich mit dem 2ten Blätterbruch M an einander, und nach ihm werden auch die Säulen tafelartig zusammengedrückt. Da am Ende $P/y = 99° 38'$ zu herrschen pflegt, so dringt der Kopf des einen durch den Blätterbruch des andern durch, doch so, daß entweder auf der linken (linke Zwillinge) oder auf der rechten Seite (rechte) das P spiegelt. Die Sache wird besonders klar, wenn man die Stücke parallel von P quer durchschlägt. Solche Zwillinge sind in den porphyrischen Graniten aller Gegenden in Menge eingesprengt und kommen fast nie in Drusen vor. Wenn die Grundmasse verwittert, so fallen die Krystalle heraus, und man kann sie in großer Menge auf den Feldern zusammenlesen. Schon Valerius Cordus sprach von Saxum durum candidis veluti tesselis bei Carlsbad und Elnbogen (Gesner de fig. lapid. 1565. 16). Aehneln die Granite dem Porphyr, wie bei Neubau und Fichtelberg an der Südostseite des Ochsenkopfes im Fichtelgebirge, oder am Berge Four-Labroux in der Auvergne,

so kann man sie nicht blos herausschlagen, sondern sie sind auch noch viel schärfer und schöner als im Granit. Auch der Trachyt, besonders vom Drachenfels am Rhein, Bonn gegenüber, liefert treffliche von glasigem Feldspath. Afterkrystalle mit Glimmer, sogar mit feinkörnigem Zinnstein und Quarz erfüllt kommen zu St. Agnes ꝛc. in Cornwall vor, die fahlfarbigen im verwitterten Porphyr von Ilmenau im Thüringer Wald haben fast genau die Hälfte $\dot{C}a\ddot{C}$, so daß von Feldspathmasse wenig zurückblieb. Wenn P gegen Axe c 63° 53′, und x gegen c 65° 47′ machen würde, so könnte x des einen mit P′ im andern Individuum nicht einspiegeln, sondern beide müßten sich unter einem augenfälligen Winkel von 178° 6′ schneiden. Nun kommen freilich bei **St. Pietro** auf Elba sehr glänzende schneeweiße Zwillinge mit TMPxy vor, an denen x mit P′ vollständig einzuspiegeln scheint, allein genaue Messungen haben doch das Gegentheil bewiesen. Sehr schöne Krystalle bildet A. d'Achiardi (Bollettino Com. geol. Italia 1871. 214) ab, die nach dem Adular hinüber schweifen (Semi-adularia).

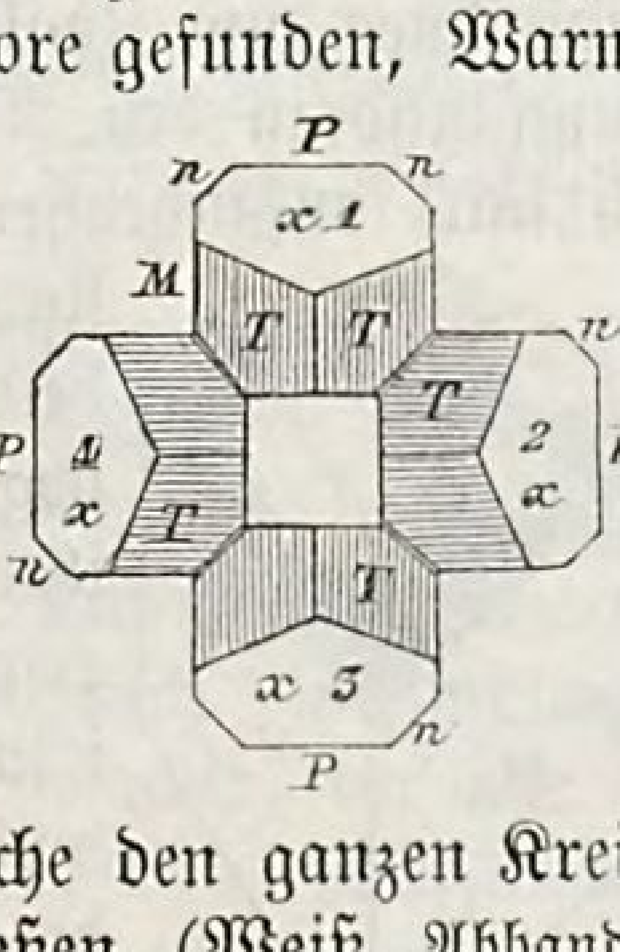


Ganz besonders prächtig kommen sie im Ural zu Alabaschka bei Mursinsk vor (Kokscharow, Mater. Miner. Rußl. 1867. V. 125). Es werden von dort sogenannte **Drillinge** abgebildet, die eigentlich keine sind, denn wenn auch das mittlere P als Träger erscheinen mag, an welchen sich links x″ und rechts x′ höchst regelmäßig angelagert haben, so liegen doch x″ mit x′ und P″ mit P′ vollständig parallel, bilden also ein Individuum. Solche Zufälligkeiten der Erscheinungen dürfen nicht als Gesetze ausgesprochen werden.

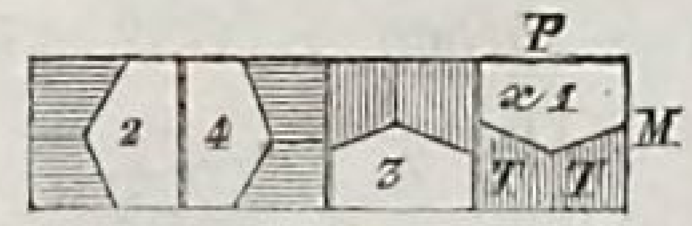


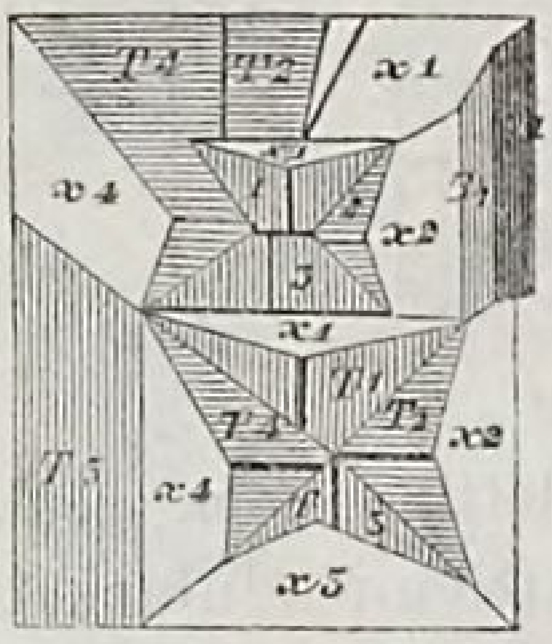
Wenn an den einfachen Krystallen P und M zu einer langen Oblongsäule sich ausdehnen, so pflegen sie einfach zu sein, obgleich sie in denselben Felsen sowohl im Porphyr als auch Granit und Trachyt neben obigen Zwillingen sich eingesprengt finden. Das ist eine sehr auffallende Thatsache. Stehen dagegen diese Oblongsäulen in Drusenräumen, so bilden sie

2. Bavenoer Zwillinge, besonders schön zu Baveno schon vom Pater Pini 1779 am Südende des Lago Maggiore gefunden, Warmbrunn im Riesengebirge, Alabaschka am Ural, Adular der Alpen ꝛc. Diese Zwillinge haben n gemein und liegen umgekehrt, d. h. es spiegelt die fast quadratische Säule n/n bei beiden ein, nur legt der eine sein P hin, wo der andere sein M hat. Die Individuen 1 und 2 sind dann im Azimuth der Geradendfläche von der quadratischen Säule n/n um 90° gegen einander verdreht. Sie fordern zu ihrer Vollständigkeit noch zwei andere 3 und 4, welche den ganzen Kreis zu einer vollkommen viergliedrigen Ordnung schließen (Weiß Abhandl.



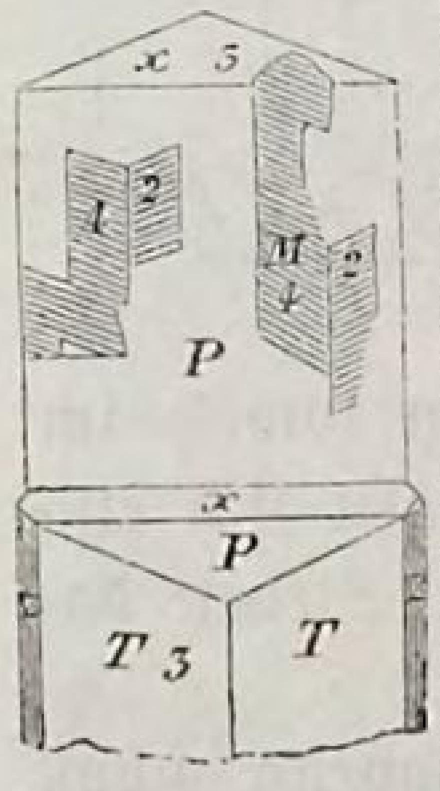
Berl. Akad. 1835). Ganz besonders regelmäßig zu Stohnsdorf östlich Warmbrunn und Schildau. Von diesem Vierlinge stehen immer je zwei anliegende in Zwillingsstellung, Folge davon ist, daß je zwei gegenüberstehende (1 und 3, 2 und 4) den ersten Blätterbruch P gemein haben und umgekehrt liegen. Einige nehmen dieß als ein drittes Zwillingsgesetz. Im Vierlinge legen daher immer je zwei Individuen ihr M wie die andern zwei ihr P haben, und wenn das erste seine Säulenkante T/T nach Süd richtet, so das 2te nach West, das 3te nach Nord, und das 4te nach Ost. Man kann diese Individuen nun durcheinander schieben, wie man will, wenn sie nur mit sich parallel bewegt werden, so bleibt es der unveränderte Vierling. Ja unter den Adularvierlingen am St. Gotthardt kommt nicht selten ein ganzes Gewirr von Individuen vor, aber man darf nur eines davon nach der Himmelsgegend orientiren, so ergeben sich die andern sogleich von selbst: mehr als ein Vierling kann es unmöglich werden. Im Grunde ist es nichts weiter als das Zwillingsgesetz des 2gl. Systems, wenn man n/n als rhombische Säule denkt.

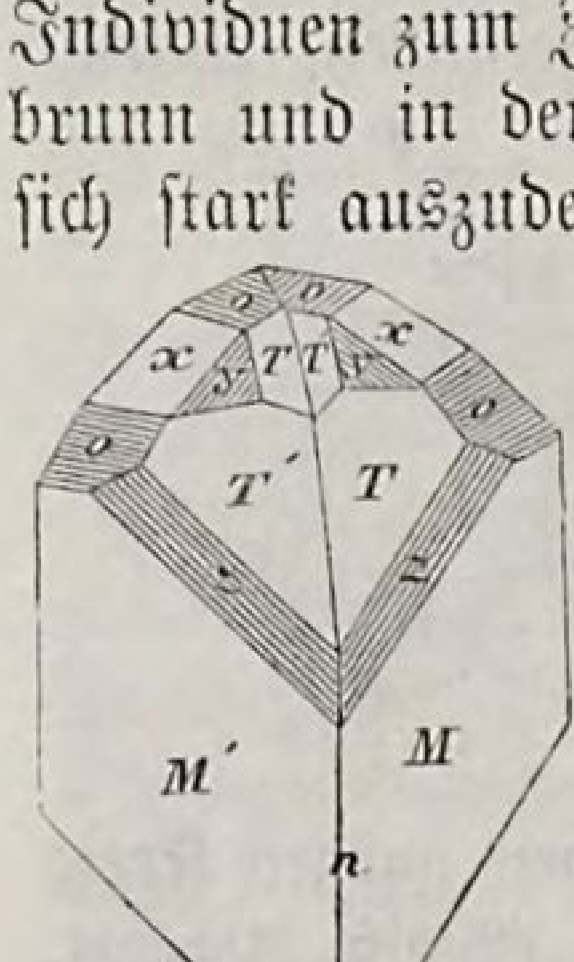




Daß die Ordnung viergliedrig sei, sieht man leicht ein. Denn n/n geben die erste, und P mit M die 2te quadratische Säule, alle übrigen im 2+1gliedrigen System ein Mal auftretenden Flächen (y, x, k ꝛc.) bilden ein Quadratoktaeder, und alle Paare (T, o, m ꝛc.) Vierundvierkantner.

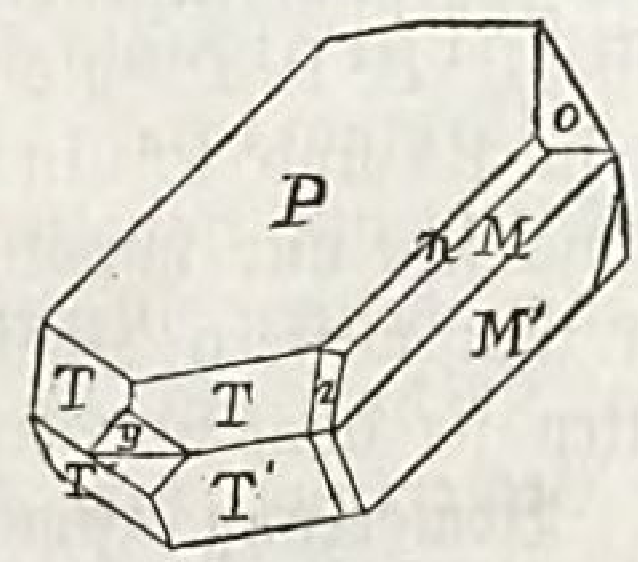
Die Ausdehnung der Flächen ist freilich so verschiedenartig, daß der Feldspath dadurch zu einem der lehrreichsten Systeme wird. So zeigt z. B. beistehender **Adular** in seinem Hauptumriß das Individuum 3 mit PTMxz, allein an allen Seiten und in unserer Figur auch auf P brechen die grau gestreiften M des 2ten und 4ten Individuums heraus, die vollkommen mit P einspiegeln und sich unter einander mit ihrem P begrenzen, das senkrecht gegen P des Individuums 3 steht. Das 1ste Individuum pflegt man auf der Fläche der quadratischen Säule nicht wahrzunehmen. Wenn blos zwei Individuen zum Zwilling an einander treten, wie das bei Baveno, Warmbrunn und in den Alpen so häufig der Fall ist, so pflegt eine der n sich stark auszudehnen: man stellt die Sache so dar, als wenn ein Krystall diagonal der Oblongsäule PM durchgeschnitten und beide Hälften um 180° gegen einander verdreht wären, obgleich auch hier die Natur freier und erfinderischer in ihren Formen sich zeigt als die Kunst. Bei **Baveno** erscheint P wie gewaschen, M dagegen mit Chlorit beschmutzt. Mit Chlorit bedeckt sind ferner T, z, o, die hintere Gegenfläche x nicht. Häufig orientirt der Albit, der sich nur auf die Flächen zTM lagert, und zwar



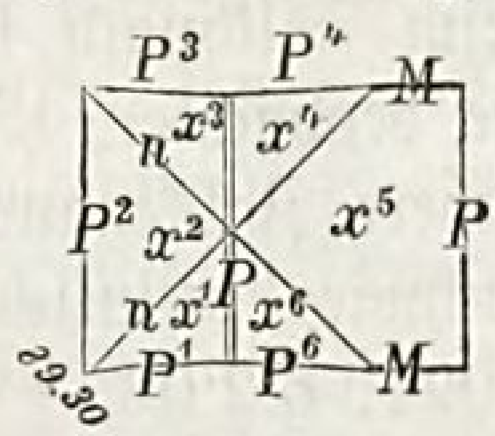


immer parallel den Säulenkanten. Afterkrystalle mit feinkörnigem Glimmer erfüllt finden sich im grünen Busch des Hirschberger Thals (Pogg. Ann. 80. 122), der Glimmer soll sich hier auf nassem Wege gebildet haben.

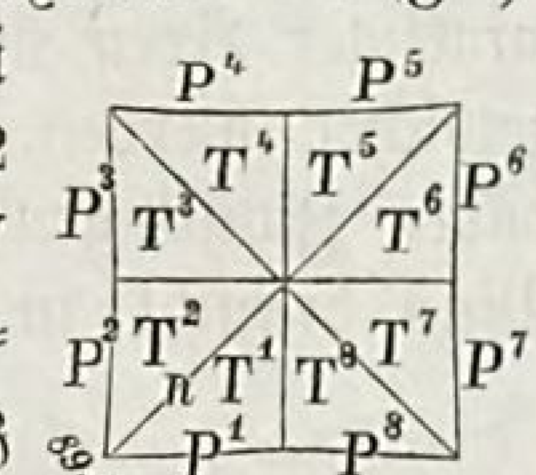
Ein **drittes** Gesetz, wornach die Individuen P gemein haben und umgekehrt liegen ist nur eine Folge vom Vierling, da sich 1 und 3, wie 2 und 4 in dieser Stellung finden, wenn man von dem error insensibilis absieht, der durch den Winkel von n/n = 90° 6′ hereinkommt. Nun fand aber Prof. Blum (Jahrb. 1863. 343) in den zersetzten Porphyren von **Manebach** im Thüringer Walde um und um-



gebildete Krystalle, wo sonst das Bavenoer Gesetz ganz ungewöhnlich ist. Bald darauf fand sie Dr. Cohen in den Porphyren des Räuberschlößchens bei Weinheim, und man warf sich nun bei der scheinbaren Selbstständigkeit dieses „Manebacher" Gesetzes die Frage auf, ob die Vierlinge nicht lieber als Durchkreuzungen zweier Manebacher angesehen werden sollten. In den meisten Fällen läßt sich zwar die Sache nicht ausmachen, allein Scacchi (Pogg. Ann. 138. 538) fand am Vesuv einen Sanidinkrystall, der nach den schärfsten Messungen aus zwei **Drillingen** $P^1 P^2 P^3$ und $P^4 P^5 P^6$ bestand, die sich in der Doppel-



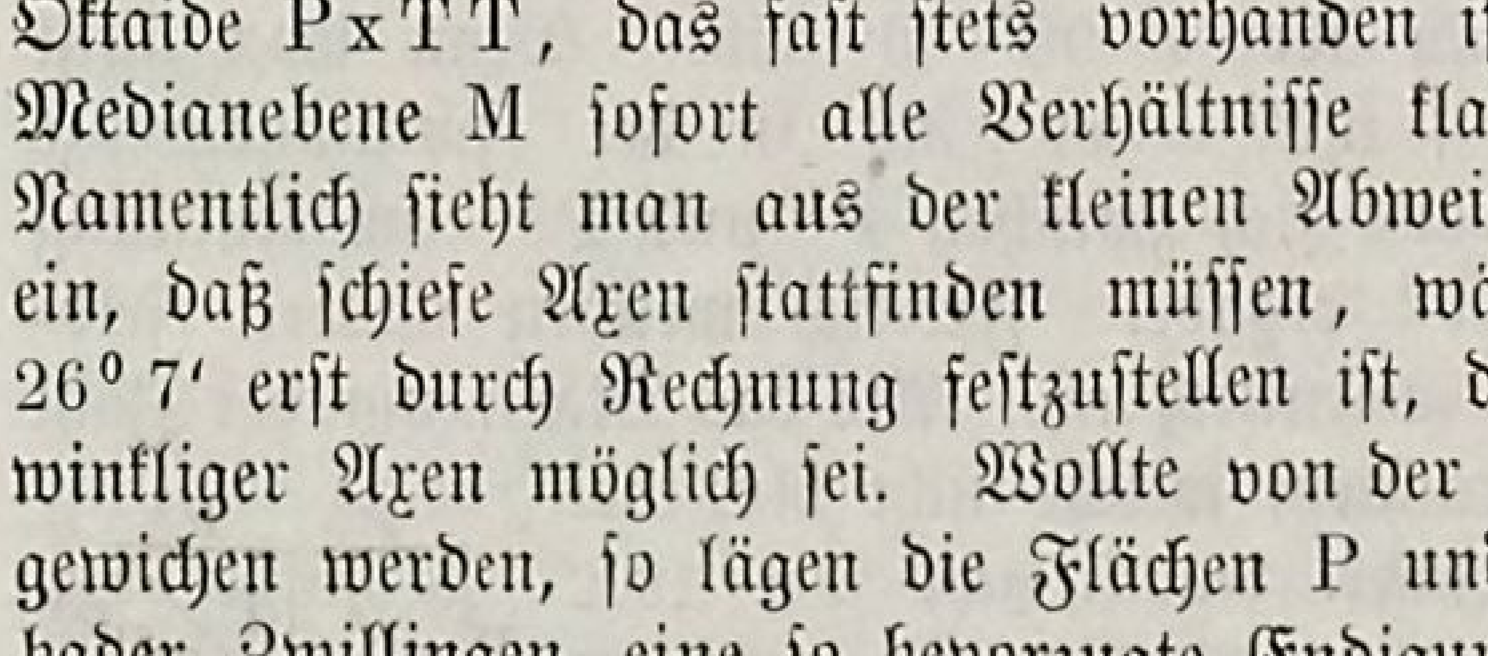
linie P zusammengesetzt hatten und umgekehrt lagen. Oben und unten fanden sich zwischen $P'/P^6 = P^3/P^4$ einspringende Winkel von ungefähr 179°. Daraus würde folgen, daß die Drillingsebene n mit den anliegenden P einen scharfen Winkel 44° 45′ d. h. das stumpfe Supplement 135° 15′ machte, was in der Säule n/n über P 90° 30′ gäbe. Denn man sieht leicht ein, daß dann $n/P^1 + n/P^2 = 89°\ 30'$ in der Zwillingsgrenze $P/P' = 90°\ 30'$ würde, woraus sich zwischen P^1 und P^6 eine Knickung von $360° - 2 \cdot 90°\ 30' = 179°$ ergäbe. Freilich weichen andere Feldspathmessungen davon wieder wesentlich ab. Als das Maximum der Zahl kann man die **Achtlinge** betrachten, welche nicht blos bei den alpinischen Adularen (Ztschr. deutsch. geol. Ges. 1862 pag. 440 Fig. 5), bei Baveno (Abh. Senckenb. Ges. 1863 IV Fig. 9) und Striegau in Schlesien (Dr. Becker, Mineralvorkommen ꝛc. Dissert. 1868 pag. 19), sondern auch von ganz vorzüglicher Regelmäßigkeit bei den künstlichen Feldspäthen



von Sangerhausen (Pogg. Ann. 138. 539) beobachtet wurden. Wie die Horizontalprojection zeigt, so bestehen sie aus vier Bavenoer Zwillingen (P^1/P^2, P^3/P^4, P^5/P^6, P^7/P^8), die alle ihren scharfen Winkel nach außen kehren. Freilich nehmen die besten Messungen von Kokscharow (Materialien 1867 V. 129) für n/n über P nur 90° 7′ an, wornach die Zwillingsebene n mit P^1 und P^2 einen Winkel 44° 56′ 30′ machte, der nur $3\frac{1}{2}$ Minute vom rechten abweichen würde, was für $P^1/P^2 = 89°\ 53'$ und den einspringenden Winkel auf den vier Seiten 179° 46′ geben würde.

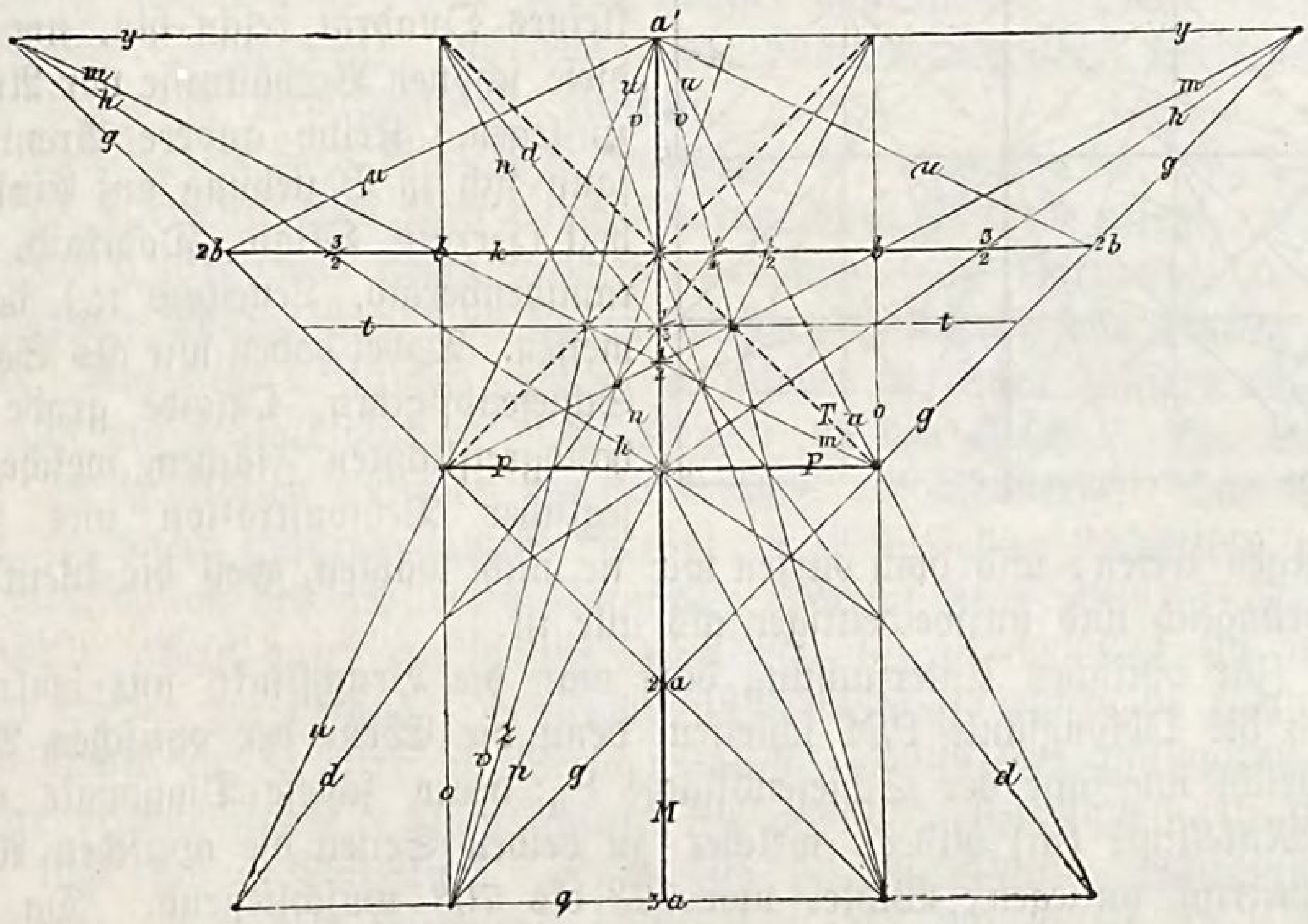
Denn man muß wohl dem Symmetriegesetz zufolge annehmen, daß der Achtling eine quadratische Ordnung eingesetzt habe. Die acht T erzeugen im Centrum eine starke Vertiefung, worin nach Hessenberg bei Baveno die langen ausspringenden Kanten $T^1/T^2 = 169^0\ 27'\ 30''$, und die kurzen einspringenden $T^2/T^3 = 118^\circ 49'\ 26''$ sind. Das parallele entgegengesetzte Ende müßte sich natürlich umgekehrt verhalten und statt der Einsenkung eine Ausstülpung zeigen. Näher darüber nachgedacht, ist es wahrscheinlich doch nichts weiter, als der einfache Vierling; denn wie schon die Richtung der P nach den vier Weltgegenden beweist, bilden die kreuzweis gegenüberliegenden Zwillinge einen Vierling: nähmen wir beispielsweise $P^1 P^2 P^5 P^6$ als solchen Vierling, so hätte sich P^1 in P^8, P^2 in P^3, P^5 in P^4 und P^6 in P^7 fortgesetzt. Ein Knick auf den vier Seiten ist bis jetzt nur hypothetisch. Mögen die kleinen Winkeldifferenzen immerhin zum weitern Messen anreizen, für die Betrachtung im Ganzen behalten sie doch nur einen untergeordneten Werth.

Bemerkung zum Feldspathsystem. Leider weichen seit Mohs die meisten krystallographischen Schriftsteller von unserer Weiß'schen Stellung ab, und meinen damit die Sache verbessert zu haben, während sie in der That nur gründlich verschlechtert ist. Wer einen Krystall gut entwickeln will, muß von gewöhnlich vorhandenen Flächen ausgehen, und das sind beim Feldspath P M T T x y, aber nicht o geschweige m, welches man fast nie beobachtet. Ist o = a' : b : c und m = a : b : c, so kommen zwar einfachere Zahlenausdrücke pag. 102, wie Kupfer (Pogg. Ann. 1828. XIII. 232) nachwies, nemlich: P001, M010, k100, T110, x1'01, y2'01, t201, n021, q2'03, r4'03, z130, h023, i061, u2'21, v2'41, g1'12, s1'31, d241, μ4'12, allein ich habe keinen solchen Ausgangspunkt, wie beim Oktaide P x T T, das fast stets vorhanden ist, und woran mittelst der Medianebene M sofort alle Verhältnisse klar deducirt werden können. Namentlich sieht man aus der kleinen Abweichung A a = $1^0\ 10'$ sogleich ein, daß schiefe Axen stattfinden müssen, während bei der größern von $26^0\ 7'$ erst durch Rechnung festzustellen ist, daß keine Substitution rechtwinkliger Axen möglich sei. Wollte von der alten Stellung durchaus abgewichen werden, so lägen die Flächen P und y, welche bei den Karlsbader Zwillingen eine so bevorzugte Endigung machen, jedenfalls näher. Man braucht in solchen Fällen nur einen **Aufriß** in der **Medianebene**

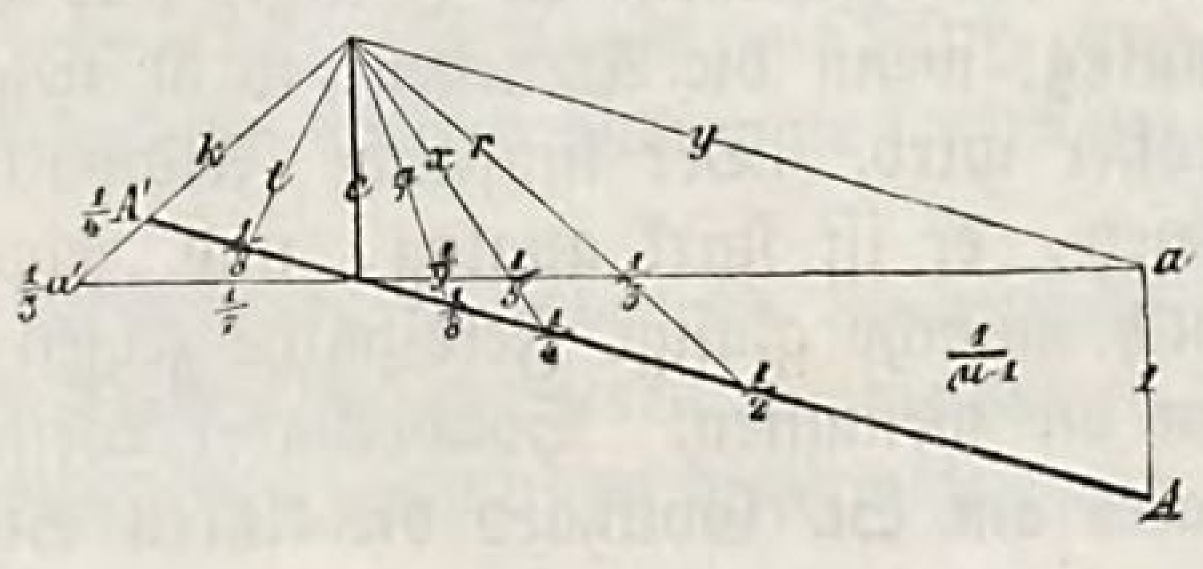


M zu machen, und die Durchschnitte der Schiefendflächen einzutragen, dann wird x = c : ∞a : ∞b zur Basis, y = $\frac{1}{3}$A' : c = $\frac{1}{3-1}$a' : c, t = $\frac{1}{5}$A : c = $\frac{1}{5+1}$a : c. Alles kann sofort hingeschrieben werden: P = $\frac{1}{2}$a : c : ∞b, o = ∞a : $\frac{1}{2}$b : c, n = $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{4}$b : c, m = $\frac{1}{4}$a : $\frac{1}{2}$b : c ꝛc. Dann leuchtet weiter

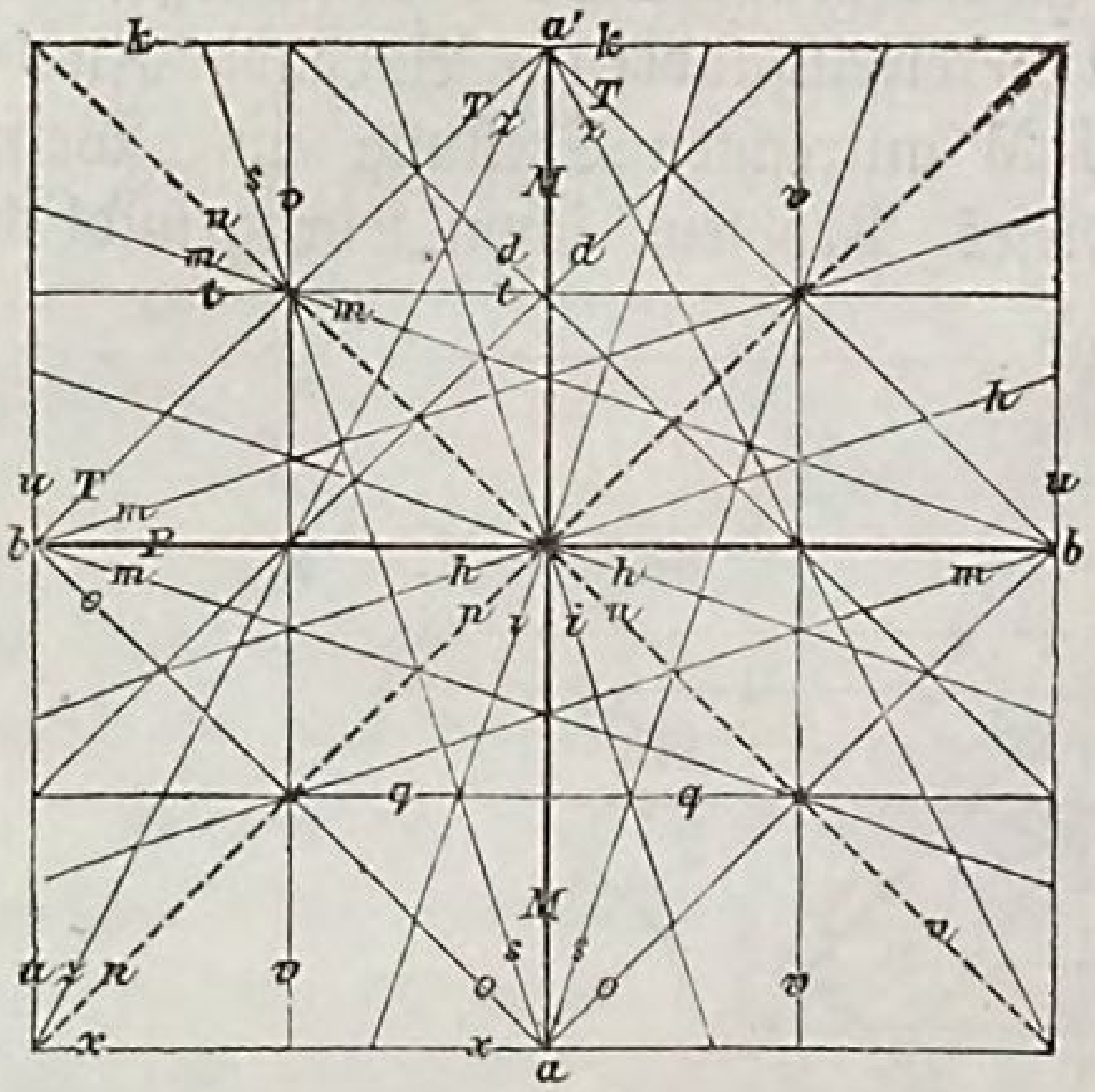
ein, daß die Axen a und b hälftig genommen die Ausdrücke an Einfachheit gewinnen, wie nachstehende **Projection** zeigt: x 001, M 010, k 100; P 101, y 1'01, T 110, o 011; n 121, m 211, g 112, u 1'21; z 130, q 103, t 301, s 031; v 1'41, μ 2'12, i 161, h 323, d 341. Wir haben hier ein zweites System von Bezeichnungen mindestens so einfach, als die Mohs'schen, aber naturgemäßer, weil ihnen eine „Grundform" T T P y unterliegt, die an allen Krystallen sich darbietet. Andererseits ladet der Bavenoer Zwilling zu einer nach der Oblongsäule P/M aufrechten Stellung ein. Weiß (Abh. Berl. Akad. Wissensch. 1835) hat dieses Problem schon sehr gründlich



abgehandelt. Da n/n eine quadratische Säule bildet, so haben wir nicht nur den Vortheil gleicher Nebenaxen, sondern es fällt auch die optische Mittellinie fast genau mit der aufrechten Axe c zusammen. Blicken wir nun auf die zahllosen einfachen Oblongsäulen im Trachyt des Drachenfelsens, und in den porphyrischen Graniten des Fichtelgebirges (Neubau), so hat eine solche Deutung allerdings vieles für sich. Weiß nahm in diesem Falle $a : b : c = \sqrt{39} : \sqrt{39} : 1$, dann ist P 100, M 010, n 110, y 101, k 3'01, x 501, r 301, q 901, t 7'01, T 3'41, o 541, z 3' • 12 • 1, u 141, v 181, m 11' • 4 • 1, s 5 • 12 • 1, d 7'81, g 13 • 4 • 1. Die Symbole erscheinen zwar verwickelt, allein wenn man projicirt, so ergeben sie sich mit wunderbarer Einfachheit und Eleganz, so daß man sie so lieb gewinnt, wie nachstehende einfachsten. Diese lassen sich sofort beim Anblick nebenstehenden **Aufrisses** niederschreiben, woran y als Basis, x und k als gleichlautende Schiefendflächen vorn und hinten gewählt sind: $k = \frac{1}{4}A' : c : \infty b$, $x = \frac{1}{4}A : c : \infty b$, $r = \frac{1}{2}A : c : \infty b$, $q = \frac{1}{8}A : c : \infty b$, $t = \frac{1}{8}A' : c : \infty b$,



$T = \frac{1}{4}A' : \frac{1}{4}b : c$, $o = \frac{1}{4}A : \frac{1}{4}b : c$, $z = \frac{1}{4}A' : \frac{1}{12}b : c$, $u = c : \frac{1}{4}b : \infty A$, $v = c : \frac{1}{8}b : \infty A$, $m = \frac{1}{12}A' : \frac{1}{4}b : c$, $s = \frac{1}{4}A : \frac{1}{12}b : c$, $d = \frac{1}{8}A' : \frac{1}{8}b : c$, $g = \frac{1}{12}A : \frac{1}{4}b : c$ ꝛc. Fast in allen A und b steckt der Divisor 4, ich darf also bei gleichen c nur mit 4 multipliciren, um sofort nachstehende **einfache Projection** mit y 001, P 100, M 010; T 1'11, o 111; x 101, k 1'01, n 110, u 011; q 201, t 2'01 v 021, r 102; s 131, z 1'31, g 311, m 3'11; d 2'21; h 310, i 130; μ 041 ꝛc. entwerfen zu können. Ein kleines Quadrat reicht hin, um alle diese schönen Verhältnisse vor Augen zu legen. Keine andere Axenwahl kann sich in Beziehung auf Einfachheit (Hexaid, Oktaid, Dodekaid, Pyramidenhexaid, Leucitoid ꝛc.) damit messen. Dabei haben wir als Säule, Schiefendflächen, Oktaide grade die handgreiflichsten Flächen, welche bei jeglicher Demonstration uns stets entgegen treten: und doch dürfen wir sie nicht wählen, weil die Weiß'sche ursprünglich und unzweideutiger als alle ist.



Zur optischen Untersuchung darf man die Bruchstücke nur senkrecht gegen die Oblongsäule P/M schleifen, denn die Ebene der optischen Axen entspricht ungefähr der Schiefendfläche P, deren schiefe Diagonale a : c die Mittellinie (m) bildet, welcher zu beiden Seiten die optischen Axen symmetrisch anliegen, Winkel von 57° bis 70° umschließend. Da der stumpfe ebene Winkel auf P 113° 16' beträgt, so würde das Perpendikel vom Mittelpunkte auf die Kanten P/T gefällt ungefähr ihre Lage bezeichnen. Wir hätten also — m, mc' 63° 53'. Descloizeaux gibt beim Adular die Ebene noch 5° unter P an, also mc' 58° 53'. Auffallender Weise fand Heußer (Pogg. Ann. 91. 514) den Axenwinkel am glasigen Feldspath der Eifel viel kleiner, und Descloizeaux (Manuel de Mineralogie 1862. I. 330) zeigte, daß durch Erwärmen die Axen in der Schiefendfläche sich nähern, ja zusammenfallen, und in der Medianebene M sogar auseinandergehen. Steigt die Wärme nicht über 500°, so kehren sie beim Erkalten wieder in ihre ursprüngliche Stellung zurück, bei höherer Hitze bleibt die Stellung, um so ausgeprägter, je stärker das Feuer war. G. Rose (Ztschr. deutsch. geol. Ges. 1865. XVII. 436) nennt die Krystalle **antilog,** wenn die Axenebene in P liegt, und der Winkel beim Erwärmen kleiner, **analog,** wenn die Axenebene in M liegt, und der Winkel beim Erwärmen größer wird. Der künstliche Feldspath von Sangerhausen bestätigt das Gesetz, er ist stark analog, und zeigt in M einen großen Axenwinkel. Auch manche glasige Feldspäthe zeigen solche Gluthspuren, aber bei weitem die wenigsten. Sonderbarer Weise sind im Adular des Maderanenthales am St. Gotthard die klaren Stellen antilog, die trübern analog,

als wenn diese Hitze erlitten hätten, und jene nicht. Orthoklase gehören zum negativen, Plagioklase zum positiven Systeme, mit Ausnahme des irregulären Anorthits.

Ein merkwürdiger Lichtschein von bläulicher Farbe zeigt sich ausgezeichnet beim Adular vom Zillerthal auf k und y. Beim Mondstein von Ceylon ist es mehr ein silberglänzender, perlmutterartiger Schimmer, und beim labradorisirenden Feldspath von Friedrichswärn spielen die schönsten Farben pag. 144.

Härte 6, Gew. 2,58, aber durch Verwitterung leichter werdend, weil sie Stoffe verlieren und statt dessen Wasser aufnehmen. Trübe Farben bis farblos. Glasglanz, auf dem ersten Blätterbruch aber Perlmutterglanz und viele Newtonianische Farben.

$R\,\bar{R}\,Si_4O_{16} = \dot{K}\,\ddot{Si} + \ddot{A}l\,\ddot{Si}^3$ mit 16,6 $\dot{K}$; 18,1 $\ddot{A}l$; 65,2 $\ddot{Si}$, doch ist ein Theil des Kali durch Natron oder Kalkerde ersetzt. Alex. Mitscherlich (Erdmann's Journ. 1860. 81. 114) fand 0,45 Baryterde im St. Gotthardter Adular und 2,33 $\dot{B}a$ im glasigen Feldspath von Rieden bei Bonn. Vor dem Löthrohr schmilzt er schwer zu einem blasigen Glase, und gibt mit Kobaldsolution blaue Kanten an den Proben. In Soda lösen die gebildeten Silicate den Ueberschuß der Thonerde. Das Kali färbt die innere Löthrohrflamme violet, in Folge einer Reduction und Wiederoxydation des gebildeten Kaliums; Natron deckt zwar die Farbe mit Gelb, allein durch ein blaues Kobaldglas betrachtet, hebt sich das Violet wieder gut heraus. Löst man im Boraxglase Nickeloxyd und setzt Kalifeldspath zu, so wird die Perle bläulich, bei Natronfeldspath behält sie ihre braune Farbe. Man schließt ihn mit $\dot{K}\,\ddot{C}$ oder $\dot{B}a\,\ddot{C}$ auf. Der Fluß löst sich in Salzsäure, indem sich die Kieselerde in Gallertform ausscheidet. Aus der abfiltrirten Flüssigkeit fällt Ammoniak Thonerdehydrat, das bei Gegenwart von Kali- und Natronsalzen im Fällungsmittel ganz unlöslich ist. Etwas Kieselerde fällt zugleich mit der Thonerde. Die Flüssigkeit mit oxalsaurem Ammoniak behandelt gibt häufig etwas $\dot{C}a\,\dddot{C}$. Das Uebrige ist Kali- und Natronsalz. Die alten Chemiker waren über die Schmelzbarkeit höchlich verwundert, da sie neben der $\ddot{Si}$ nur Thon-, Talk-, Baryt-, Kalkerde finden konnten, bis endlich Vauquelin (Journal des mines 1799 Nr. XLIX. 23) am grünen Feldspath von Sibirien einen Verlust von 16 p. C. nachwies, der in Kali bestand. Es war nach Leucit und Lepidolith das dritte Kalihaltige Mineral. Nun kam auch Valentin Rose (Scherer, Allg. Journ. der Chemie 1802. VII. 244) mit dem gemeinen fleischrothen Feldspath von Lomnitz, der 12 p. C. Kali enthielt, jetzt giengen den Leuten die Augen auf, und man fieng sogar an, das Kali technisch auszubeuten, indem man Feldspath mit Fluß- und Kalkspath zusammenschmolz, und mit heißem Wasser auslaugte (Dingler, Polyt. Journ. 150. 317).

Künstlicher Feldspath. Einfache $\dot{C}a\,\ddot{Si}$ oder $\dot{F}e\,\ddot{Si}$ krystallisiren leicht, setzt man aber Kalisilikat hinzu, so verlieren sie die Eigenschaft zu krystallisiren gänzlich, Thonerdesilicat vermindert diese noch mehr,

man bekommt nur ein Glas, das Fäden zieht und andere Silicate im Ueberschuß löst. Ja Silicate von Kali und Thonerde sind so zähflüssig, daß selbst beim langsamsten Erkalten weder die Masse noch der darin gelöste Körper krystallisirt. Daher glaubte auch Werner, Feldspath könne nur auf nassem Wege entstanden sein. Doch hatte schon Reaumur 1739 gefunden, daß Glas langsam erkaltet krystallinisch werde (entglase) und steinartige Eigenschaften bekomme: es wird nämlich 1) schwerer schmelzbar; 2) härter; 3) schwerer; 4) Leiter der Elektricität; 5) bildet es mit Säure eine Gallerte. Hall hat dargethan, daß alle Silicate geschmolzen Gläser geben, langsam erkaltet aber wieder Minerale, die zum Theil mit Quarz und Feldspath übereinstimmen (Jahrb. 1872. 229). Die Verschiedenheit des Gewichtes ist so groß, daß ein Feldspathkrystall von 2,55 Gew. als Glas nur 1,92, also 0,63 Differenz gab, G. Rose fand jedoch dieselbe beim Adular nur 0,188. Demungeachtet wollte es Mitscherlich nach den umfassendsten Versuchen (Pogg. Ann. 33. 340) nicht gelingen, Krystalle aus dem Feldspathglase zu bekommen. Endlich fand Heine 1834 (Pogg. Ann. 34. 531) beim Ausblasen eines Kupferrohofens zu Sangerhausen auf Ofenbruch von schwarzer Blende kleine glasige farblose bis amethystblaue Krystalle von mehreren Linien Größe. Sie bilden sehr deutliche sechsseitige Säulen TTM, an welchen der erste Blätterbruch P allein herrscht. Beide Blätterbrüche P und M lassen sich erkennen, auch sind jetzt beiderlei Zwillinge bekannt. Die Analyse wies Kieselerde, Thonerde und Kali nach. Hausmann (Hdb. Min. 631) führt ein zweites Vorkommen aus dem Eisenhochofen zu Josephshütte bei Stolberg auf dem Unterharz an, Prechtl fand einige große Krystalle bei Glassätzen, und Hr. Daubrée stellt ihn sogar willkührlich mittelst Chlorkiesel oder durch Uebergießen des Kaolin mit Alkalisilicatlösung von 400° dar, so daß an einer Bildung auf heißem Wege kaum gezweifelt werden kann. Auf Erzgängen fehlt er daher. Obgleich bei Baveno, wo er mit Quarz, Glimmer, und Feldspath bricht, die Quarze auf einer Seite mit einer dünnen Feldspathmasse überzuckert sind, wie wenn es aus Wasser niedergeschlagen wäre, so ist die Sache doch nicht deutlich. Dagegen werden im Todtliegenden und Porphyrconglomerate von Ober-Wiesa an der Straße von Chemnitz nach Freiberg Adulare mit Bergkrystall und Flußspath aufgeführt, die Knop und Volger (Leonhard's Jahrb. 1859. 596 und 1861. 7) als Bildungen auf nassem Wege ansehen. Auch kommt nach Whitney (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 1860. 79. 504) in den Geoden mit Zeolithen auf den Kupfergruben von Keweenaw Point Orthoklas vor. „Wasserporen mit beweglichen Bläschen in Feldspath des Basaltes von Lichtenberg in Franken (Jahrb. 1867. 701) beweisen nur, daß auch im Feuer unter Druck Flüssigkeiten nicht fehlen.

Verwitterung findet beim Feldspath oft statt, er entfärbt sich, wird matt, weich, leicht, und zerfällt endlich zu Porzellanerde, die in ihrem reinsten Zustande ein schneeweißes mehlartiges Pulver bildet $\dddot{A}l^3 \dddot{S}i^4 \dot{H}^6$. Würde man statt des Wassers $\dot{K}^3 \dddot{S}i^8$ setzen, so hätte man

wieder $3\dot{K} + 3\ddot{A}l + 12\ddot{S}i = 3$ Feldspath, daher scheint Wasser blos das lösliche Kalisilicat ($\dot{K}\ddot{S}i^4$ Wasserglas in fünf Theilen Wasser löslich) auszulaugen: Seilitz bei Meissen, Aue bei Schneeberg, Morl und Trotha bei Halle, St. Yrieux bei Limoges.

A. **Frischer Feldspath**, hat nicht das Rauhe des Sanidin, trübe Farben, ein frischfeuchtes Aussehen. Bildet im Urgebirge die Hauptmasse der Granite, Gneise und Porphyre. Auf Klüften und Ganggraniten schießt er nicht selten zu riesigen Krystallen an.

1. Adular. Pater Pini in Mailand entdeckte ihn auf dem Berge Sella zwischen Val Canaria und Hospiz am St. Gotthardt (Bergm. Journ. 1790. III. 1 pag. 269), den er fälschlich für den Mons Adula hielt. Selten auf Erzgängen, eingesprengt in Kalkspath zu Orawicza. Es ist der klarste unter allen, der in prachtvollen Zwillingen, Drillingen und Vierlingen in Begleitung von Bergkrystallen bricht, namentlich ausgezeichnet auch im Zillerthal. Flächen z und M mit Chlorit bedeckt, matt ist z immer. Klare und meßbare Krystalle selten, Kupfer benützte zu seinen Messungen die kleinen vom Schwarzenstein im Zillerthal. Jener innere bläuliche Lichtschein pag. 144 öfter bemerkbar; solche Stücke rundlich geschliffen kommen im Handel als Mondstein vor. Sie sollen von Ceylon in Geschieben schon den Alten bekannt gewesen sein, doch zeigt sich bei diesen innen nicht das bläuliche Licht, sondern überhaupt ein Silberschein wie bei der Perlmutter. Auf M entdeckte Reusch zarte Streifen, welche Axe c unter 10° schneiden, und δ correspondiren. Der Sonnenstein zeigt ein Farbenspiel zwischen gelb und roth. Letztern glaubt Dr. Fiedler an der Selenga in Sibirien (Pogg. Ann. 46. 189) wieder entdeckt zu haben, Scheerer (Pogg. Ann. 64. 153) beschreibt darunter einen Oligoklas von Tvedestrand. Der ächte, welchen Romé de l'Isle von der Insel Zedlowatoi bei Archangel bekam, ist ein röthlicher Feldspath. Jedenfalls ist das blaue Licht der alpinischen Adulare (Schweiz und Tyrol) eine prachtvolle Erscheinung, die uns aber nur bei zwei Richtungen überrascht, sonst kaum bemerkt wird. Hyalophan aus dem Dolomit des Binnenthals im Oberwallis, 2,8 Gew., gleicht dem Adular vollkommen, enthält aber 15 $\dot{B}a$ und blos 52 Kieselerde (Sartorius v. Waltershausen Pogg. Ann. 1855. 94. 115, Kenngott Jahrb. 1870. 108). Breithaupt's Loxoklas (Pogg. Ann. 1846. 67. 419) in Kalkspath von Hammond (New-York) mit Graphit gleicht dem Adular mit geflossener Oberfläche, hat aber 7,5 $\dot{N}a$, das sich in Albittheilchen zwischen Kalifeldspath klemmt (Tschermak, Jahrb. 1870. 348).

2. Labradorisirender Feldspath kommt in ausgezeichneter Weise im Zirkon-Syenit von Friedrichswärn im südlichen Norwegen vor. Erst Klaproth (Beiträge 1815 VI. 247) unterschied ihn vom Labrador, und beschränkte darauf die alte Benennung „opalisirender" Feldspath. G. Rose (Gilbert's Ann. 1825 Bd. 73. 197) erkannte die Rechtwinklichkeit der Blätterbrüche. Er ist graulich, röthlich 2c., sein innerer Farbenschein brennend grün und blau, ähnlich dem Labrador, mit dem er daher auch noch von Werner (Hoffmann, Handb. Miner. 1812 II. 304) verwechselt wurde.

Allein das Lichtspiel liegt auf k und y und nicht auf M. Der Murchisonit von Exeter soll auf δ schillern, und nach ihr deutlich blättrig sein (Descloizeaux, Mém. Inst. imper. XVIII. 155). Ein eigenthümlicher Seidenglanz auf T kommt bei Zinnwald vor (Leonhard's Jahrb. 1856. 49).

3. Amazonenstein fand Condamine 1745 in Geschieben am Amazonenstrom, soll dort aber grüner Nephrit sein (Jahrb. 1875. 965). Dann lernte man ihn an der Ostseite des Ilmensees bei Miask in ausgezeichneten Feldspathkrystallen kennen. Dieser hat eine schöne spangrüne Farbe, die von einer zufälligen Spur von Kupferoxyd herrührt, was sich beim Schmelzen mit Soda auf Kohle reducirt. Pulverisirt man die Perle, so findet sich nach Plattner im Pulver eine kleine Kupferplatte. Der schönen Farbe wegen wird er in Katharinenburg vielfach verschliffen. Auffallend ist an ihm, daß eines der T entschieden blättriger ist, als das andere. Es sollen übrigens unter ihnen Klinoklase mit verborgen sein, die 10′ bis 20′ vom rechten Winkel abweichen (Des Cloizeaux Manuel Min. 1874 II pag. XXXVI). Schließt zuweilen Albitkrystalle in nicht unbeträchtlicher Menge ein, woraus ein ansehnlicher Natrongehalt leicht zu erklären wäre.

4. Gemeiner Feldspath mit allerlei trüben Farben, worunter Fleischroth vorherrscht, selbst bei diesen gewahrt man zuweilen einen Lichtschein, sofern sie nur einigermaßen Durchscheinenheit besitzen. Als Gemengtheil des Granites außerordentlich verbreitet, von besonderer Heiterkeit im Norden. „Das Roth geht zwar durch schwaches Glühen verloren, erscheint aber beim Erkalten wieder". Wird der Granit in Gängen oder andern Ausscheidungen grobkörnig, so wachsen die Feldspäthe nicht selten zu riesiger Größe an, so zu Rabenstein bei Bodenmais; die wohlausgebildeten Krystalle von Alabaschka bei Mursinsk erreichen über 1 Fuß im Durchmesser; bei Miask setzt die Flucht der Blätterbrüche P und M so regelmäßig und weit fort, daß ein ganzer Steinbruch in einem einzigen Krystall steht. Die mitbrechenden Quarzkrystalle erzeugen gewöhnlich Schriftgranit, worin die Dihexaeder alle einspiegeln, wenn sie, wie bei Hirschberg und Alabaschka, mit ihren Köpfen aus dem Feldspath hervorragen. Zwillinge, welche die Säule MMT gemein haben, finden sich im Granit vom mittlern Korn häufig eingesprengt, dagegen die mit gemeinsamer Säule n/n meist nur auf Drusenräumen. Breithaupt's Mikroklin von Baveno und dem Krötenloch bei Schwarzbach im Hirschberger Thal des Riesengebirges zeigt auf den Säulenflächen glasklare Albitkrystalle, die wie aus der Feldspathmasse herausgeschwitzt erscheinen, und doch hatte der Hirschberger noch 5, der Bavenoer 1,25 $\dot{N}a$ (G. Rose Pogg. Ann. 80. 124). Letzterem sieht man namentlich die Verwitterung an, er ist matt und leichter (Gew. 2,39) geworden. Gar lieblich brechen die milchweißen Krystalle mit Turmalin auf Elba ein, zuweilen auf einer Druse mit einfachen Individuen und dreierlei Zwillingen: Karlsbader, Bavenoer und Manebacher. Der reine gemeine Feldspath, wo er in größern Mengen vorkommt, bildet einen Gegenstand des Bergbaues, besonders für die Glasur des Porzellans wichtig. Bei Siebenlehn in Sachsen

sehr schön blumigblättrig. Der graue im Kalkspath von Arendal hat ein geflossenes Ansehen, ganz wie Pargasit, und doch sitzt er satt im Kalke.

B. **Glasiger Feldspath**, Rose's Sanidin (σανίς Tafel, Klaproth Beiträge V. 14; VI. 345), besonders schön auch im Peperino von Rom, ist spröder und meist ungefärbt, man findet ihn nur in vulkanischen Gesteinen, und seine Uebereinstimmung mit dem künstlichen in Hochöfen gebildeten fällt auf. Der reinste möchte Werner's Eisspath sein, der sich besonders schön mit kohlschwarzen Hornblend-Nadeln in körnigen Blöcken an der Somma des Vesuvs findet. Wie wohl darunter auch andere farblose Dinge verwechselt wurden, woran jene Laven so reich sind. Einzelne Krystalle in kleinen Drusenräumen haben wahrhafte Edelsteinklarheit, daher sieht die Masse auch schneeweiß aus. Am Lacher See sind die „Sanidinbomben" zwar sehr deutlich, aber grauer. Ihre Zusammensetzung stimmt mit den reinsten fast gänzlich natronfreien Adularabänderungen (G. Rose Pogg. Ann. 28. 147). Dagegen enthalten die großen im Trachyt vom Drachenfels am Rhein bei Bonn eingesprengten Krystalle 8 $\dot{K}$ und 4 $\dot{Na}$, und trotzdem ist der Winkel der beiden Blätterbrüche ein rechter. G. Rose l. c. 151 hat sogar bei Eisspathen vom Vesuv, die mit schwarzem Augit und Glimmer nebst derbem Nephelin brachen, 10,5 $\dot{Na}$ auf 5,9 $\dot{K}$ gefunden, und schlug dafür den Namen Rhyacolith (ῥύαξ Lavastrom) vor, weil der Säulenwinkel T/T 119° 21', also 32' größer war als beim Adular, doch stehen die Blätterbrüche P und M noch auf einander senkrecht, und das scheint das entscheidende Moment zu sein. Zwar gaben die Analysen weniger Kieselerde, doch zweifelte Rose (Krystallochem. Mineralf. pag. 88) später selbst an der Richtigkeit dieser Angabe. Bei Wehr im Brohlthal kommen in den Tuffen späthige Stücke von vielen Pfund Schwere vor, solche könnte man leicht mit Adular verwechseln, doch zeigen sie niemals chloritischen Anflug. Nach Descloizeaux liegen die optischen Axen in der Medianebene, und entfernen sich von einander schon bei mäßigem Erwärmen. Forchhammer's Baulit (Krablit) vom Baulaberge am Krabla mit 80 $\ddot{Si}$ ein mit Quarz gemengter Feldspath (Bunsen).

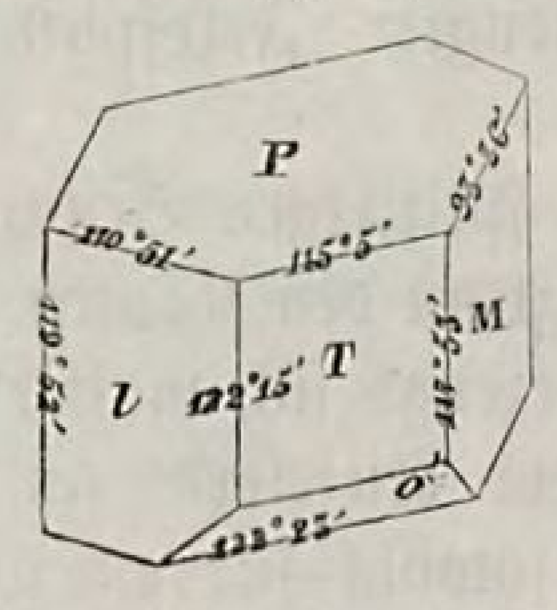
Dichter Feldspath (Feldstein Petrosilex). Hat den splittrigen Bruch und das Aussehen eines ächten Hornsteins, allein er schmilzt an den Kanten, was der reine Quarz nicht thut. Durch Verwitterung erzeugt sich matter Thonstein. Die Analysen geben 70—80 und noch mehr Kieselerde an. Daher hat man vielleicht mit Recht den Feldstein nicht sowohl für einen dichten Feldspath, als vielmehr für einen dichten Granit gehalten, worin der freie Quarz den höhern Gehalt an Kieselerde erklären würde. Da nun Feldstein häufig die Grundmasse der rothen Porphyre bildet, so würden Feldstein, rothe Porphyre und Granit aus gleicher chemischer Substanz bestehen und nur durch ihre Structur sich von einander unterscheiden. In Schweden ist er unter dem Namen Hälleflinta (Felsenfeuerstein) bekannt, so kommt er ausgezeichnet neben den Magneteisenstein-

lagern von Dannemora ꝛc. vor, besonders lieblich sind die dortigen fleischrothen. Ebenso gleicht Obsidian einem geschmolzenen und schnell erkalteten Trachyt.

2. Natronfeldspath.

Steht an der Spitze der Plagioklase. Lange war nur ein solcher bekannt, den G. Rose nach der weißen Farbe **Albit** (Cleavelandit Brooke) nannte (Gilbert's Ann. 1823. 73. 186). Er hat ganz die Feldspathformel, nur Statt $\dot{K}$ enthält er $\dot{N}a$. 1824 machte Breithaupt den **Periklin** von Zöblitz bekannt, in welchem Ch. Gmelin 10 $\dot{N}a$ und 2,4 $\dot{K}a$ fand, und da er bald darauf auch so vortrefflich krystallisirt in den Alpen vorkam (Pogg. Ann. 8. 88), so war man über diese Mittelspecies zwischen Albit und Feldspath sehr erfreut. Mochten auch spätere Analysen das Kali für unwesentlich halten, so verdient er doch wegen seines so verschiedenen Aussehens immerhin neben dem Albit genannt zu werden. 1826 gesellte Breithaupt (Pogg. Ann. 8. 238) **Oligoklas** von Arendal hinzu, den Berzelius schon vorher aus dem Granit von Stockholm als Natronspodumen untersucht hatte, und der einige Procent Kieselerde weniger gab als Albit. Uebergehen wir außerdem die vielen kleinlichen Unterscheidungen, welche man versucht hat, so ist vielleicht noch Abich's **Andesin** (Pogg. Ann. 51. 125) zu erwähnen, der in den Trachyten (Buch's Andesiten) der Anden eine Rolle spielt, und zu der glasigen Abänderung gehört. Merkwürdig, daß alle diese theilweis schon von ältern Mineralogen ausgezeichneten Minerale dem

Eingliedrigen System angehören, aber mit ihrer Form entschieden dem Feldspath analog bleiben (Neumann, Abh. Berl. Akad. 1830. 189). Der gut meßbare Albit hat eine rhomboidische Säule T/l = 122° 15', T = a : b : ∞c ist nach dem Perlmutterglanz zu schließen mindestens so blättrig als M = b : ∞a : ∞c, während l = a : b' : ∞c blos Glasglanz zeigt. Dieser Ungleichheit der Säulenflächen entsprechend stumpft nun M die scharfe Säulenkante ungleich ab, indem M/T = 117° 53', und M/l = 119° 52' beträgt. Der erste Blätterbruch P = a : c : ∞b ist doppelt schief, P/T = 115° 5' und P/l = 110° 51', folglich stehen auch die beiden Blätterbrüche P/M = 93° 36' nicht mehr auf einander senkrecht, worin das Wesen beruht. Will man diese Winkel auf ein Modell eintragen, so muß man sie so schreiben, daß die stumpfere Endkante P/T an die stumpfe Kante P/M stößt, wie in nebenstehender Figur.



Schon Breithaupt wies einen 4ten Blätterbruch o' = a' : $\frac{1}{2}$b' : c nach, o/P 122° 23' o/M 112° 11', und gründete darauf seinen **Tetartin** (PMTo' sind blättrig). Allerdings läßt sich das bei etwas größern Krystallen von Schmirn im Zillerthal, wo o' mindestens so blättrig ist als T, erkennen. Es liegen PTo' in einer Zone, so daß T den scharfen Winkel von P/o' = 57° 37' abstumpft. Hiermit ist auch die Streifung auf P erklärt, die schief dar-

über hingeht, stets der Kante P/T und nie der P/l parallel, da in letzterer keine blättrige o' liegt. Wohl kommen öfter P/l parallel sehr eigenthümlich feine schwarze Furchen vor, die man aber nicht mit der Streifung verwechseln darf. Häufig stumpft $g' = b' : c : \infty a$ die Kante P/o' ab; $x = a' : c : \infty b$, $y = \frac{1}{3}a' : c : \infty b$, vorn $n' = a : \frac{1}{4}b' : c$, und von der zehnseitigen ist sowohl $z = a : b : \infty c$ als $z' = a : b' : \infty c$ vorhanden. Kurz wer die Flächen des Feldspaths kennt, kann auch diese eingliedrigen Krystalle entziffern. Was die Rechnung betrifft, so verfährt man am besten nach der sphärischen Trigonometrie, nur findet hier der Uebelstand statt, daß man schrittweis trianguliren muß, und nicht jeden beliebigen Winkel sogleich finden kann. Wer dieß will, muß den Weg einschlagen, welchen ich (Beiträge zur rechnenden Krystallogr., Tübingen 1848. Universitätsprogramm pag. 21) ausgeführt habe. Man kann da ganz allgemein nach den Gesetzen der Zonenlehre sämmtliche Flächen auf rechtwinklige Axen ($A = B = C = 1$), aber mit irrationalen Ausdrücken beziehen. Stricheln wir wie oben die Axe A hinten und die B links, so ist

$$P = \frac{A}{0,5} : \frac{B}{0,07};\ T = \frac{A}{0,992} : \frac{B}{0,525} : \infty C : l = \frac{A}{0,992} : \frac{B'}{0,569} : \infty C;$$

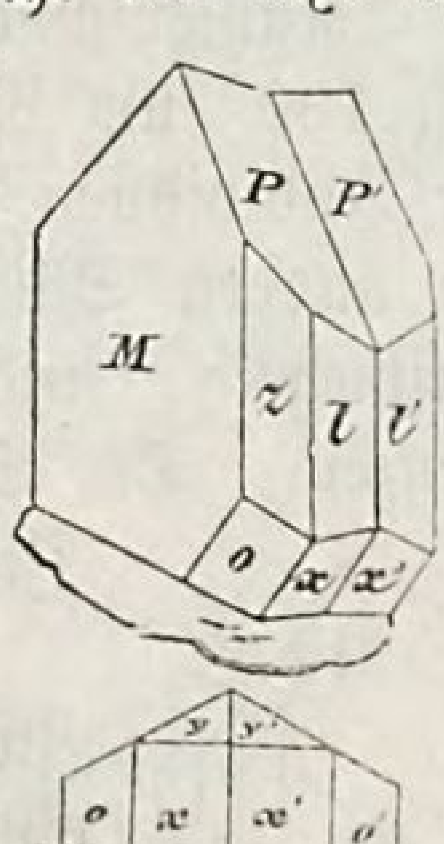
$$x = \frac{A'}{0,491} : \frac{B}{0,093};\ y = \frac{A'}{1,483} : \frac{B}{0,115};\ o = \frac{A'}{0,491} : \frac{B}{0,64};$$

$$o' = \frac{A'}{0,491} : \frac{B'}{0,454};\ n = \frac{A}{0,5} : \frac{B}{1,165};\ n' = \frac{A}{0,5} : \frac{B'}{1,023};$$

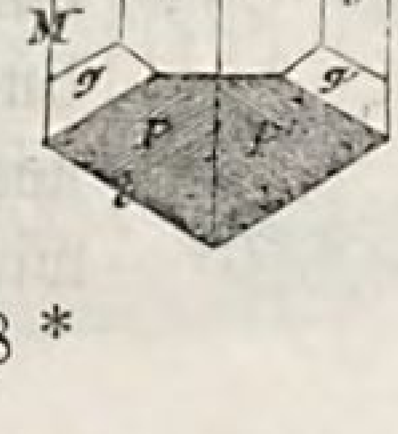
$$g' = \frac{A}{0,004} : \frac{B'}{0,191};\ g = \frac{A}{0,004} : \frac{B}{0,37};\ z' = \frac{A}{0,992} : \frac{B'}{1,663};$$

$$z = \frac{A}{0,992} : \frac{B}{1,619}.$$

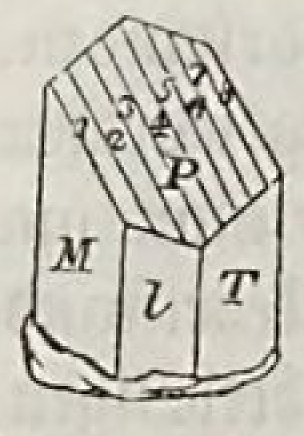
Wir haben die Buchstaben ABC blos gesetzt um zu orientiren. Das Rechnen geschieht nun mit der Winkelformel des regulären Systems pag. 59. Einfache Krystalle sind selten, die meisten bilden Zwillinge. Wir danken darüber Hrn. Dr. Kayser (Pogg. Ann. 34. 109) eine scharfsinnige Auseinandersetzung. Man spricht dabei viel von den Diagonalen der Schiefendfläche P im Henhenoeder PTl: die lange entspricht der Axe b, die kurze dagegen der Naumann'schen Klinodiagonale, die wir α oder kurzweg schiefe Diagonale nennen wollen, sie geht der Kante P/M parallel.

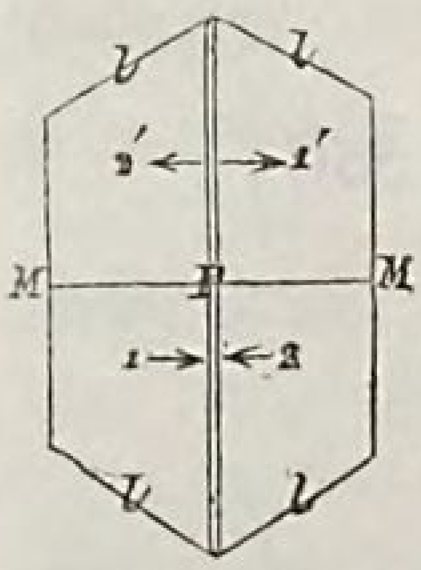


1. Albitzwilling. Zwei Individuen haben M (c und α) gemein und liegen umgekehrt. Zu dem Ende mache man sich zwei gleiche Modelle PTlM aus Holz. Daran bildet M ein Parallelogramm. Beider M decken sich dann auf zweierlei Weise: ein Mal spiegeln alle 4 Parallelräume ein, die Individuen liegen also parallel; das andere Mal spiegelt blos M ein und P/P' machen einen aus- oder einspringenden Winkel von $172°48' = 2 \cdot 86°24'$. Eine Folge davon ist, daß in den Zwillingsindividuen die



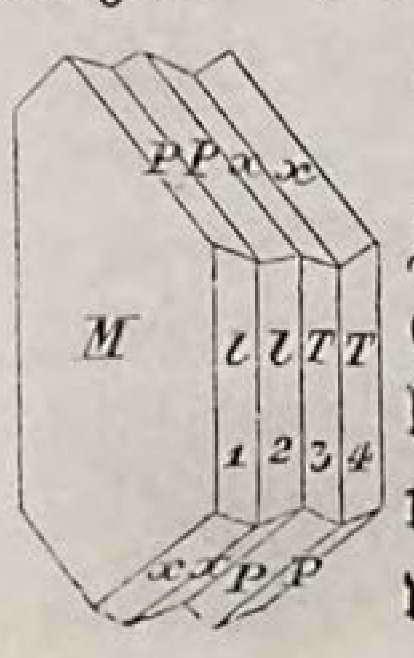
Axe c und schiefe Diagonale α einander parallel gehen. Derselbe Zweck wird erreicht, wenn man ein Individuum in der Mitte parallel M durchsägt, und die Hälften um 180° gegen einander verdreht. Durch solche Zwillinge ist eine höhere 2 + 1gliedrige Ordnung hingestellt. Beim **Oligoklas** und Labrador setzen sich ganze Reihen von Individuen (8) aneinander, woran je die P aller geraden und aller ungeraden mit einander einspiegeln. Es wird das durch Streifungen auf P angedeutet, die der schiefen Diagonale α parallel gehen, aber oft so fein sind, daß sie nur der höchsten Aufmerksamkeit nicht entgehen. Diese „Viellinge" zu nennen scheint nicht ganz passend. Beim Zählen der Lamellen muß man übrigens sehr vorsichtig sein: denn häufig spiegeln z. B. 1 • 2 mit ihrem P ein, dann muß der Strich dazwischen, so zart er auch sein mag, einer dritten Lamelle angehören, die sowohl zu 1 als zu 2 in Zwillingsstellung sich findet. Statt 1 • 2 ist dann 1 • 3 zu zählen, da 2 in den Strich fallen muß. **Durchkreuzungen** dürfen nicht irre leiten. So kommen in einem dolomitischen Kalke des Col de Bonhomme südwestlich vom Mt. Blanc kleine ringsum gebildete Krystalle vor, die Hessenberg (Senckenbergische Nat. Gesellsch. 1858. II. pag. 163) beschrieb: auf P gewahrt man vor der Querlinie MM einen einspringenden, und dahinter einen ausspringenden Winkel, während 1 mit 1′ und 2 mit 2′ einspiegelt. Mit vier Holzmodellen macht man sich leicht klar, daß es nur zwei Individuen nach dem gewöhnlichen Zwillingsgesetz sein können.





2. Albitzwilling analog den Karlsbadern: die Individuen haben die Säule MTl gemein, und liegen umgekehrt, d. h. der eine hat seinen Blätterbruch P hinten, der andere vorn. Lagern die Individuen wie gewöhnlich mit M aneinander, so kreuzen sich entweder die stumpfen Winkel P/M (rechte, weil der Blätterbruch P rechts liegt), oder die scharfen, linke. Also ganz die Abtheilungen wie beim Feldspath. Man kommt zu der Stellung, wenn man den einen um die Axe c (Säulenkante) 180° dreht.

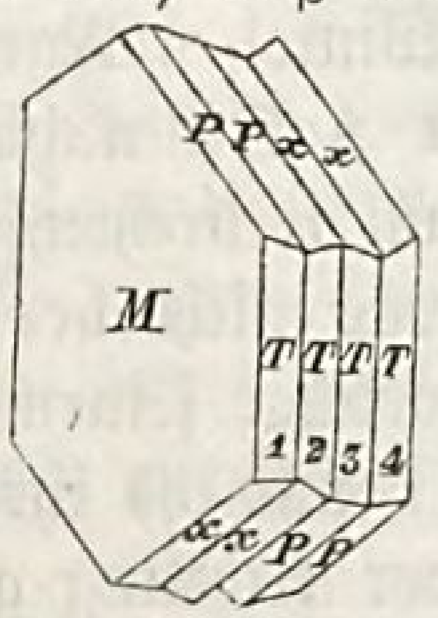
Kayser macht noch auf einen zweiten Fall aufmerksam: sie drehen sich 180° um eine Linie, die im M senkrecht auf Axe c steht, dann hätten die Individuen nur M aus der Säule gemein (c parallel und α gekreuzt), die andern Säulenflächen T und l würden widersinnig liegen und nicht einspiegeln, auch würden sich die ungleichnamigen Kanten P/M in M kreuzen. Die Streifung P/T scheint zu beweisen, daß dieß beim einfachen Zwilling nicht vorkommt.



Vierling. Oft sind solche Zwillingsindividuen schon Zwillinge nach dem ersten Gesetz. Man kann die Sache einfach so ansehen, daß sich an den Karlsbader Albitzwilling (2 und 3) jederseits noch ein Individuum (1 und 4) nach dem gewöhnlichen Albitgesetz anlagerte. Statt P haben wir dann an einem Ende einspringende, am andern aus-

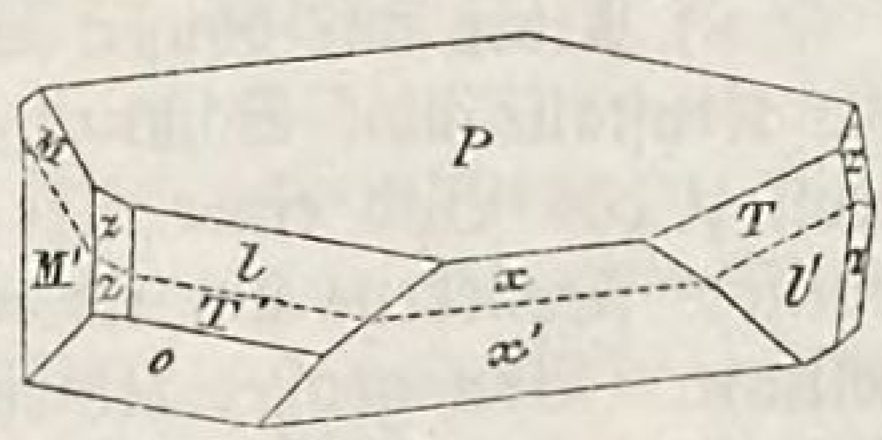
springende Winkel. Wie die Individuen 2 und 3, so haben auch 1 und 4 die Säule MTl gemein, und nur die Enden liegen umgekehrt. Folge davon ist, daß Individuum 1·3 und 2·4 ihre Säulen widersinnig legen, wenn dann aber z. B. zwischen 1 und 3 das zwischenliegende 2 verschwindend klein werden würde, welche Art Drillinge allerdings vorkommen, so würde das obigen 2ten Fall Kayser's vom Karlsbader Albit-Zwillingsgesetz geben.

Es kommt z. B. bei Schmirner Vierlingen sehr schön vor, daß die Individuen 1 · 3 und 2 · 4 ihre Säulen gemein haben, dann liegen in den Säulen vorn alle T und hinten alle l, und die beiden Individuen 1 und 2 haben oben vorn ihren ausspringenden Winkel P/P, 3 und 4 aber hinten ihren einspringenden. Auf diese Weise ist die zweigliedrige Ordnung am vollkommensten erreicht, indem auch beide Enden des Vierlings gleich sind, und sich nicht ein Mal durch Ausspringen und Einspringen mehr unterscheiden.

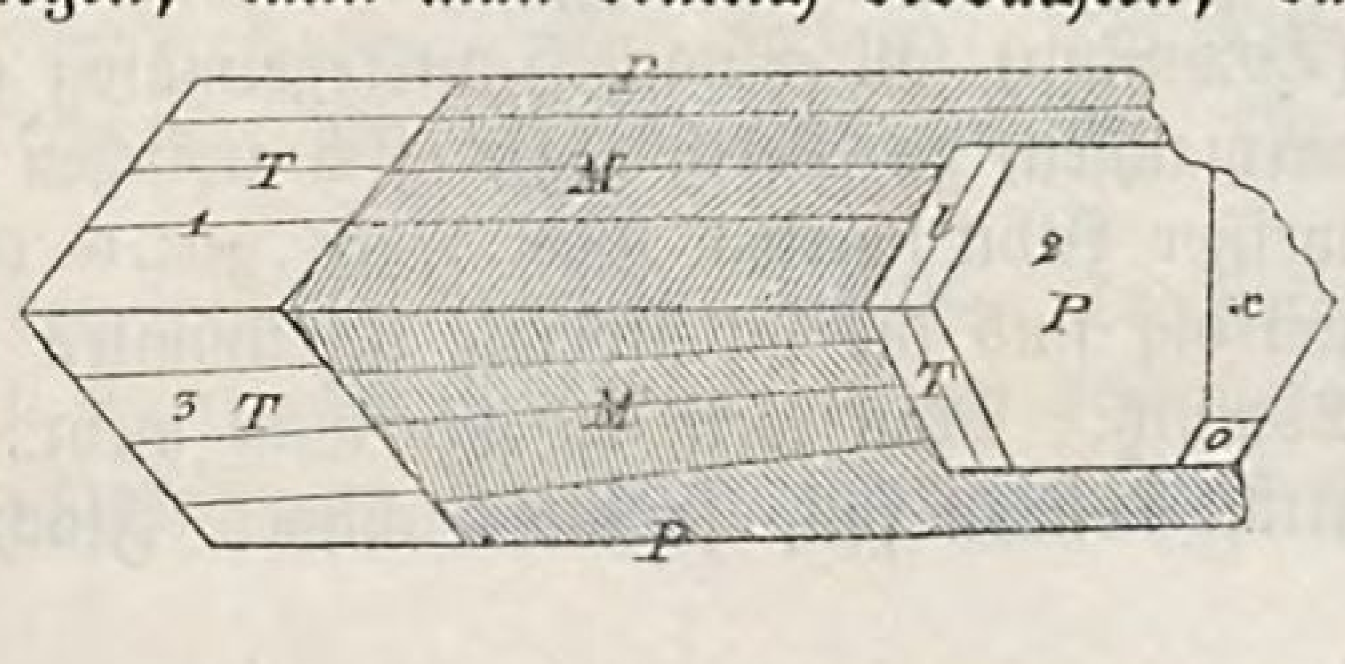


Wie sehr übrigens solche Vierlinge an den Karlsbader Zwilling sich anlehnen, das zeigen die schönen Stücke vom grünen Busche bei Hirschberg: dort überzieht Albit die ganze Vorder- und Hinterseite der Zwillingssäule von Kalifeldspath, so daß am Kalifeldspath die einfache P und x stets analogen Zwillingsflächen am Albit entsprechen. Weitere Auseinandersetzungen im Grundriß der Krystallographie 419.

3. Periklinzwillinge (Oligoklas, Labrador): die Individuen legen sich mit P so aneinander, daß die schiefe Diagonale α beiden gemein ist, und auf M aus- und einspringende Winkel entstehen. Die Säulenflächen Tl liegen dabei widersinnig. Mathematisch gelangt man dazu, wenn sich ein Individuum 180° um eine Linie dreht, die in P senkrecht auf α = P/M steht. Der Periklin kommt dem Albit entgegen immer in so kurzen Säulen vor, daß sich statt der stumpfen Säulenkante T/l die Schiefendflächen P/x in einer scharfen horizontalen Kante schneiden.



Daher könnte man auch die einfachen Krystalle vom Schneeberge in Passeyr eher Periklin als Albit nennen (Tschermak, Miner. Mitth. 1874. 97). Sie sind sonst selten und meist auf M aus- oder einspringend nach Querlinien geknickt, die ungefähr der Kante P/M parallel gehen. Oft klemmen sich blos Zwillingsstücke ein, und erzeugen wieder Reihenentwicklung, worin alle geraden und ungeraden Zahlen einander parallel gehen. Daß dabei die Säulenflächen widersinnig liegen, kann man deutlich beobachten, da T sehr blättrig ist, Perlmutterglanz und Neutonianische Farben zeigt.



4. Periklin (Albit) analog dem Bavenoer Zwillingsgesetze. Im Pfunders-Thal (zwi-

schen Sterzing und Brunnecken) kommen weiße Krystalle von ½ Fuß Länge mit Chlorit bedeckt vor, dieselben zeigen viele Knicke und Streifen auf M, was auf Zwillingsbildung deutet. Solche legen sich nun zu zwei mit ihrem P nach dem Manebacher Gesetz so gegenüber, wie die Individuen 1 und 3 von der Seite zeigen. Es scheint P beiden so gemein zu sein, daß sowohl b als α aufeinander fallen, es müssen daher in ihrer umgekehrten Lage T und l beide mit einander correspondiren. Dann entsteht auf M hüben ein ausspringender und drüben ein einspringender Winkel. Man drehe also blos ein Individuum auf P um 180°. Würden T und l nicht correspondiren, d. h. würde man ein Individuum 180° um α drehen, so gäbe es auf M weder aus- noch einspringende Winkel, was nicht der Fall. Nun legt sich dagegen ein dritter Zwilling (2), welcher seinen ersten Blätterbruch ungefähr so legt, wie die beiden ersten (1 und 3) ihren 2ten hatten. Wenn dazu nun ein 4tes käme, so wäre der Achtling geschlossen. Die Krystalle sind durch den Chlorit zu undeutlich, als daß man ihre Lage genau ermitteln könnte. Auch sind im Ganzen derartige Untersuchungen so minutiös, daß von einer mathematischen Sicherheit überhaupt nicht die Rede sein kann. Aber aus der Gruppirung geht hervor, daß durch den Achtling eine viergliedrige Ordnung gleichsam angestrebt wird. Da auf den Säulen der Bavenoer Zwillinge häufig Albit ausschwitzt, so stehen auch diese (natürlich ungefähr) nach dem gleichen Zwillingsgesetze. Uebrigens kommt der Albit von Schmirn, obgleich selten, so doch ganz vortrefflich wie Feldspath von Baveno nach n verwachsen vor (Grundr. Kryst. 427), und Neumann fand, daß dabei n/n' von beiden Zwillingsstücken sich genau unter 90° schneiden.

a) **Albit** mit obigen Winkeln, Härte 6, Gew. 2,63. Spaltet man die Krystalle von Schmirn parallel M, so kommt im Polarisationsmikroskop das Bild einer Axe zum Vorschein. Nach Senarmont liegt die optische Axenebene ähnlich wie beim Kalifeldspath, aber b ist die + Mittellinie. Von großer Klarheit bricht er mit Bergkrystall am St. Gotthardt, zu Bourg d'Oisans, mit Mesitinspath am Hainzenberg im Zillerthal, und besonders schön im Schmirner Thal (östlich des Brenner Paß) mit Kalkspath in Klüften eines grauen Dolomites, die er hauptsächlich liebt (Jahrb. 1862. 355). Zuweilen auch glasig in Trachyten. Schon L. v. Buch brachte das Ausschwitzen an Säulen der Bavenoer Zwillinge zur Sprache (Haidinger, Pogg. Ann. 68. 471), was sich dann bei Hirschberg, Saar in Mähren ꝛc. ausgezeichnet wiederholte, und zwar stehen die klaren Individuen auf beiden Seiten der eisenschüssigen Säulenflächen zwillingsartig gegen einander gekehrt (Epochen der Natur pag. 87). In Canada (Township) soll er nach Hunt regelmäßig (sogar lamellenweis) mit Adular verwachsen, zu Perth lagert sich zwischen fleischrothen Avanturinfeldspath weißer Albit (Perthit, Ztschr. deutsch. geol. G. 1862. 151). Ganz besonders merkwürdig sind die sattelförmig gekrümmten Drusen des Schriftgranits von Lomnitz. Man weiß da gar nicht mehr, was man Feldspath und was Albit nennen soll, ja die krummen Flächen des Feldspaths ließen sich

kaum richtig deuten, wenn nicht vorn an der Stirn die kleinen Albitsäulen die Anschauung leiteten. Aechter Albit lagert mehr auf Gängen. Was man früher im Granit und Syenit so nannte, ist Oligoklas. $\dot{N}a\,\dddot{S}i + \dddot{A}l\,\dddot{S}i^3$ mit 69,3 $\dddot{S}i$, 19,1 $\dddot{A}l$, 11,6 $\dot{N}a$, $Na\,Al\,Si_4\,O_{16}$, schwer schmelzbar wie Feldspath, färbt aber die Flamme gelb, das Gelb eines ruhig brennenden Kerzenlichtes. Kali wird öfter durch Natron verdrängt, es entstehen dann Afterkrystalle des Albits nach Feldspath (Bischof, Geol. II. 411), besonders in Contactgesteinen.

b) **Periklin** (περικλινής abschüssig Breith. Vollst. Charact. 1823. 278), in den Alpen leicht durch seine trübe Farbe und seine niedrigen Säulen vom Albit zu unterscheiden, wenn man auch auf die kleinen Winkelunterschiede (T/l = 120° 37′, P/M = 86° 41′) kein Gewicht legen will. Der Kaligehalt von 2,5 p. C. kann freilich nichts beweisen, da man heute weiß, wie leicht sich Natron und Kali austauschen. Vorzüglich gern mit Chlorit bedeckt im Tyroler Hochgebirge.

c) **Oligoklas** (ὀλίγος wenig), weil Breithaupt T und o weniger blättrig als beim Albit fand, Natronspodumen Berz., denn bei Stockholm kommt er in weißen großblättrigen Parthien vor, welche auf P eine Menge Zwillingsstreifen zeigen. Er steht übrigens dem Albit so nahe, daß man ihn mineralogisch kaum trennen kann, daher wurde er auch lange nach Breithaupt's Bestimmung immer noch für Albit angesprochen. Doch ist er etwas kieselerdeärmer und kalkreicher als Albit, vielleicht auch etwas schwerer 2,68 Gew., und jedenfalls etwas schmelzbarer. Scheerer fand im Sonnenstein von Tvedestrand 61,3 $\dddot{S}i$, 23,8 $\dddot{A}l$, 4,8 $\dot{C}a$, 8,5 $\dot{N}a$, 1,3 $\dot{K}a$, darnach $(\dot{N}a, \dot{C}a)\,\dddot{S}i + \dddot{A}l\,\dddot{S}i^2$, so daß die Formel im 2ten Gliede abweicht. Im Granite vom Riesengebirge, Schwarzwald ꝛc. ganz gewöhnlich klein beigemengt (Pogg. Ann. 56. 617); in dem zum Bauen viel verwendeten Granit von Finnland (Rapakivi, Trebernstein) umgibt er die großen Feldspathkrystalle mit einer grünen Hülle; der bekannte grüne antike Porphyr (Lapis Lacedaemonius) enthält ihn. Jedenfalls begeht man keinen bedeutenden Fehler, wenn man solche Minerale noch zum Albit stellt. Ja den ursprünglich sogenannten Oligoklas im Kalkspath von Arendal einer trüben Masse von seifenartigem Ansehen gleichend mochte Hessenberg ausdrücklich wieder zum Albit gestellt wissen. Der Sonnenstein von Tvedestrand und Kragerö gleicht einem „Avanturinfeldspath“ mit rothen Eisenoxydblättchen. Er ist durchsichtig und mit zahllosen Zwillingsstreifen bedeckt. Sein prächtiger rother Schiller erscheint auf dem 1ten Blätterbruch P, wenn man die Zwillingsstreifen median und das Auge senkrecht darüber stellt; 180° im Azimuth gedreht verschwindet er, und tritt erst bei einer starken Neigung wieder hervor. Die Risse, welche den Schiller bedingen, kreuzen und accommodiren sich der ersten Kantenzone P/T.

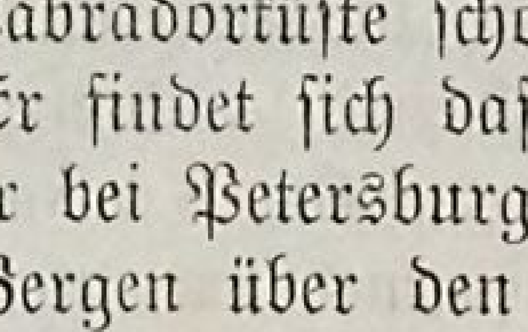
d) **Andesin** nannte Abich den glasigen „Albit“ aus den Trachyten der Anden, die L. v. Buch mit so vielem Nachdruck als ein besonderes Gestein (Andesit) von unsern europäischen Trachyten, die nur glasigen

Feldspath enthielten, geschieden wissen wollte (Pogg. Ann. 37. 189). Allein auch dieser Albit wurde heutiges Tages ein Pseudo-Albit von der Formel $(\dot{Na}, \dot{Ca})^3 \ddot{Si}^2 + 3 \dddot{Al} \ddot{Si}^2$ mit 59,6 $\ddot{Si}$, 24,3 $\dddot{Al}$, 1,6 $\dddot{Fe}$, 5,8 $\dot{Ca}$, 1,1 $\dot{Mg}$, 1,1 $\dot{K}$, 6,5 $\dot{Na}$. Mineralogisch hielt man ihn früher allgemein für ächten Albit. Andere Chemiker haben darüber wieder anders geurtheilt, und allerdings kann bei so verwandten Dingen die Analyse allein kaum entscheiden. Hunt (Jahrb. 1858. 565) stellt sie zum Oligoklas, der in Canada sogar schön blau vorkommt. Da die glasigen Oligoklase in vielen Trachyten eine Rolle spielen, so hat sie Tschermak dem Sanidin gegenüber wegen ihrer Kleinheit **Microtin** genannt.

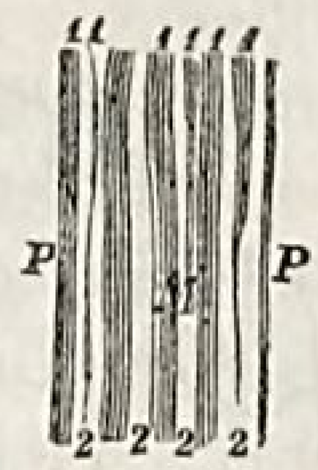
3. Kalkfeldspäthe.

Die Kieselerdeärmsten kommen meist mit Augit zusammen in glasigen wie frischen Gesteinen vor. Zwar sind sie nicht ganz frei von Natron und Kali, wie umgekehrt auch die Kali-Natronfeldspäthe nicht ganz der Kalkerde entbehren, allein die Kalkerde herrscht entschieden vor. Können durch bloße Säuren aufgeschlossen werden. Denkt man sie sich mit Wasser verbunden, so entstehen die Formeln einiger ausgezeichneten Zeolithe, was zu manchen Wechselwirkungen dieser beiden Mineralabtheilungen führte.

a) **Labrador.** Wegen seines schönen Farbenspiels wurden die Missionäre der deutschen Brüdergemeinde auf der St. Paulsinsel an der Labradorküste schon im vorigen Jahrhundert (1775) auf ihn aufmerksam. Er findet sich daselbst in Geschieben, wie am Finnischen Meerbusen, wo er bei Petersburg zu Pflastersteinen dient. In Norwegen steigen östlich Bergen über den Gneusen des Näröbal Felsen von 3000′ Höhe empor, die fast gänzlich aus diesem herrlichen Mineral bestehen (Pogg. Ann. 136. 430). Obgleich schon Klaproth (Beitr. VI. 255) darin 11 $\dot{Ca}$ nachwies, so verwechselte ihn Werner doch noch mit dem labradorisirenden Feldspath von Norwegen, erst seit G. Rose (Gilbert's Ann. 1823. 73. 194) wird diese Verwechselung allgemein vermieden. Krystallisirt wie Albit und fast mit den gleichen Winkeln P/M 86° 30′, P/T 115°, M/T 119°. Seit Hessel (Taschenbuch Miner. 1826. 298) meinte man, der dritte Blätterbruch T liege nicht wie beim Albit an der stumpfen, sondern an der scharfen Kante P/M, so daß sich Albit und Labrador wie links und rechts verhielten. Allein der blättrige Säulenbruch T ist beim Labrador kaum zu erkennen. Der dritte Blätterbruch fällt vielmehr mit der **2ten Schillerfläche** τ pag. 144 zusammen, M/τ 134°, P/τ 108°. Fläche τ steht dem 4ten Blätterbruch o beim Albit analog: stellt man nach diesen parallel, so liegt allerdings der scharfe Winkel P/M beim Albit rechts, beim Labrador links. Das schöne Farbenspiel von Blau, Grün und Roth findet vorzugsweis auf M und τ Statt, wodurch sich die Stücke leicht vom labradorisirenden Feldspath unterscheiden. P hat meist zahllose zarte Zwillingsstreifen nach der Klinodiagonale a : c gemäß dem Albitgesetz, und kann darnach leicht mit

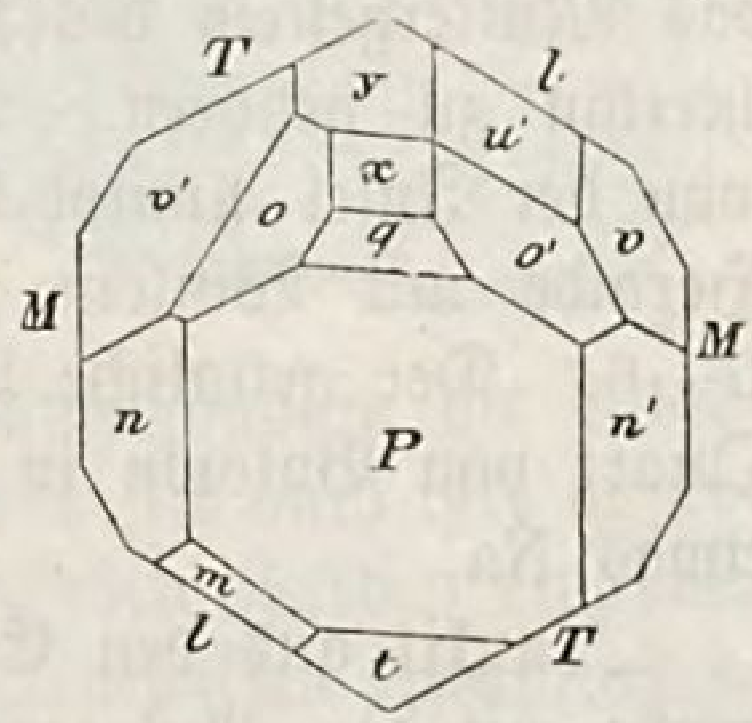


Albit. Labrador.

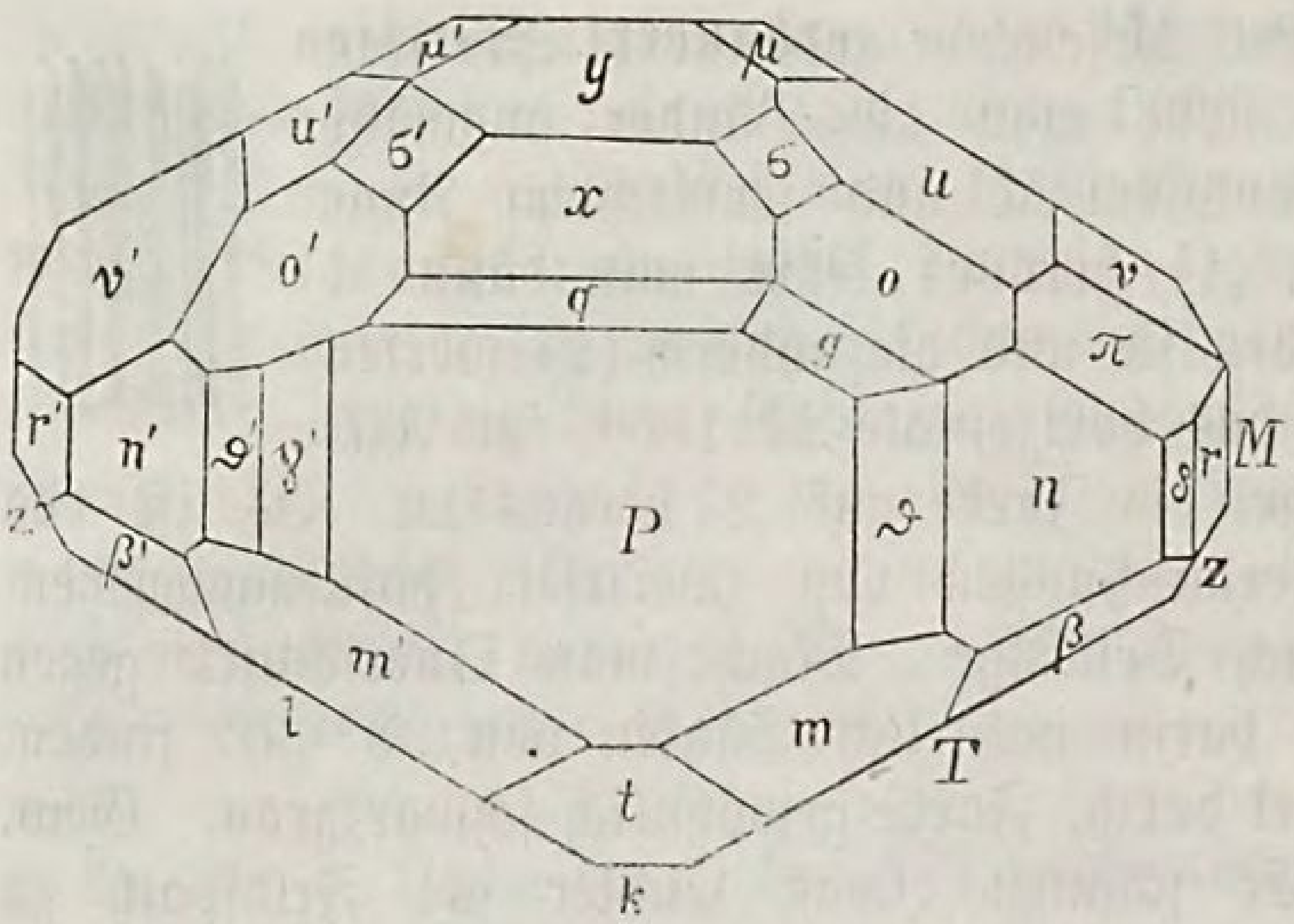


Oligoklas verwechselt werden. M seltener **gebänderte Streifen** gemäß dem Periklingesetz: stellt man die Bänder ungefähr median, so tritt bei horizontalem M und senkrechtem Auge das Farbenspiel der einen (1) hervor; kehrt man dann M gegen das Licht, so schwinden sie und die andern (2) werfen ihren Glanz. Dreht man das horizontale M 180° im Azimuth, so tritt nun umgekehrt die Farbe auf 2 heraus rc. Es ist das eine der interessantesten Vermischungen von zweierlei Zwillingsgesetzen. Hessel nannte sie uneigentlich Drillinge. Macht man Querschnitte gegen Kante P/M, so müssen sich darin natürlich Säulen von 93° 30′ finden. Dünne Blätter scheinen stark durch, Farbe gewöhnlich schwarzgrau. Gew. 2,7 und Feldspathhärte. Er schmilzt etwas leichter als Feldspath zu blasigem Glase, und besteht aus $(\dot{C}a, \dot{N}a)\,\ddot{S}i + \ddot{A}l\,\ddot{S}i$, etwa 54,6 $\ddot{S}i$, 27,9 $\ddot{A}l$, 12 $\dot{C}a$, 5,4 $\dot{N}a$. Der frische durch HCl nur unvollkommen zersetzbar, dagegen scheidet sich $\ddot{S}$ Kieselpulver aus. Nordenskjöld (Pogg. Ann. 1830. 19. 179) machte seine Betrachtungen über das Farbenspiel an sehr klaren Stücken aus den Eisengruben von Ojamo bei Lojo in Finnland. Die meisten andern zeigen kein Farbenspiel: so der wesentliche Gemengtheil augitischer Gebirgsarten, frisch in der Gabbro von Le Prese im Veltlin mit vielen Streifen auf P und Zwillingen analog dem Karlsbadergesetz; glasig in den Augitlaven, von besonderer Schönheit im Val del Bove am Aetna. Der Skapolithähnliche Ersbyit von Ersby in Finnland (Jahrb. 1858. 313) soll nach Nordenskjöld ein reiner Kalklabrador $\dot{C}a\,\ddot{A}l\,\ddot{S}i^2$ sein. Doch ist Rath dagegen (Pogg. Ann. 144. 387).

b) **Anorthit** (ἄνορθος nicht rechtwinklig) G. Rose Gilbert's Ann. 73. 197, aus den Kalkblöcken oder den ihnen anhängenden Glimmerfelsen mit grünem Augit, welche zerstreut an den Abhängen der Somma liegen (Jahrb. 1853. 257). Kleine aber wohl gebildete glasige Krystalle mit großem Glanz und vielen Flächen. P/M 85° 48′, T/l 120° 30′, M/T 117° 28′, P/T 110° 57, P/l = 114° 22′. Die Flächen der P sind blättrig, dagegen ist T glänzender als l, obgleich über die Blättrigkeit derselben nicht entschieden werden kann. Da der Winkel P/T kleiner ist als P/l, so läge T, umgekehrt wie beim Albit, der scharfen Kante der Blätterbrüche P/M an. Das scheint unwahrscheinlich, daher wäre es passender gewesen, G. Rose hätte die Buchstaben T und l vertauscht, und nicht gegensinnig mit den Albitwinkeln genommen. Mit der Formkenntniß des Feldspaths sind diese überaus zierlichen Krystalle oft leichter als die Natronfeldspäthe zu entziffern. Außer PMTlk kommen die Schiefendflächen x y q und vorn die beim Feldspath so seltene $t = \frac{1}{3}a : c : \infty b$ vor; ferner analoge Augitpaare oo′, nn′ uu′, vv′ und die Säule zz′. Vorn sieht man auch öfter $mm' = \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}b : c$, kurz alles ahmt Feldspath nach.



H. v. Kokscharow (Material. Min. Rußl. 1862. IV. 200) hat die Ura=



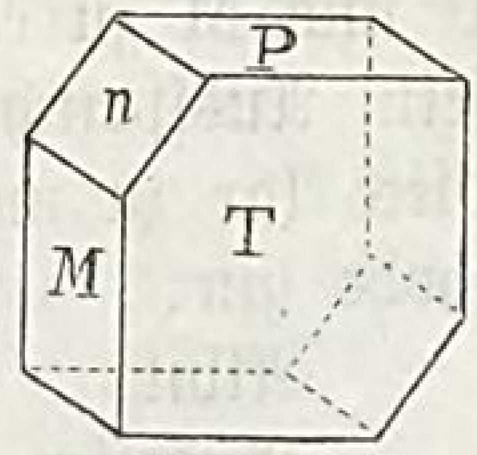
lischen von Bogoslowsk und den Lepolith von Finnland wieder genau gemessen, und darin eine ganze Reihe neuer Flächen gefunden, wie nebenstehende Horizontalprojection zeigt, mit den Ausdrücken in Naumann'scher Stellung: P 001, M 010, k 100; x 1'01, y 2'01, q 2'03, t 201; T 110, l 11'0, z 130, z' 13'0; n 021, n' 02'1, ϑ 023, ϑ' 02'3, r 061, r' 06'1, γ 01'3, δ 041; m 111, m' 11'1, o 1'11, o' 1'1'1, u 2'21, u' 2'2'1, g 1'12, π 1'31, β 241, β' 24'1, ν 2'41, ν' 2'4'1, μ 4'21, μ' 4'2'1, σ 4'23, σ' 4'2'3. Er fand P/M 85° 50', P/T 110° 38' 50", P/l 114° 6' 10", n/n' 90° 35' 47" über P. H. v. Rath (Pogg. Ann. 138. 449) wies außer den gewöhnlichen Albitzwillingen mit einspringendem Winkel von 171° 36' auf P in den Sommaauswürflingen noch einen Periklinartigen nach, woran aber nicht die kurzen Diagonalen a sondern die langen b zusammenfielen.

Gew. 2,76. Auf der Säulenfläche tritt im Polarisationsmikroskop ein sehr deutlicher Farbenkreis auf. Die chemische Formel $\dot{C}a^3 \ddot{S}i + 3 \ddot{A}l \ddot{S}i = \dot{C}a \ddot{S}i + \ddot{A}l \ddot{S}i$ weicht freilich von den gewöhnlichen Feldspathformeln wesentlich ab, was bei seiner Formenähnlichkeit unangenehm auffällt, doch fand Abich (Pogg. Ann. 51. 522) 44 $\ddot{S}i$, 35 $\ddot{A}l$, 19 $\dot{C}a$, aber bemerkt auch ausdrücklich, wie schwer es halte, reine Substanz zu bekommen. Als Monosilicat wird er mit HCl ohne oder mit Gallerte vollkommen aufgeschlossen. Shepard in Südcarolina (Silliman's Americ. Journ. 2. ser. II. 381) bewies, daß das weiße Mineral mit Feldspathform und einspringenden Winkeln auf P im Meteorstein von Juvinas Anorthit sei. Lang (Pogg. Ann. 133. 188) fand P/M 93°. Bournon's Indianit (Phil. Transact. 1802. 233) nach Brooke eine blättrige Säule von 95° 15', in Indien das Muttergestein des Korunds bildend, scheint auch nach der Analyse hierhin zu gehören. Latrobit (Chr. Gmelin, chem. Unters. Diploits 1825) von der Insel Amitok bei Labrador bildet blaßrosenrothe 1gl. blättrige Hexaide mit Winkeln von 93.30, 101.45, 109°. Gew. 2,7, Härte 5—6. Der grünliche Bytownit aus Geschieben mit Hornblende und Quarz von Bytown in Obercanada soll hieher gehören, hat aber noch etwas $\dot{N}a$.

Tankit aus den Eisensteingruben des Hrn. Tank von Arendal bildet große mit dem Anlegegoniometer meßbare flächenreiche Krystalle, welche durch Aufnahme von Wasser verwitterten, Descloizeaux Manuel Min. II. pag. XXVI. Lepolith (λέπος Rinde) ist zwar innen farblos und durchsichtig, hat aber außen eine dunkele Rinde, die, wenn sie tiefer ein=

dringt auf der Lind=saygrube bei Orrijärwi in Finnland den Lindsayit bildet. Er ist noch flächenreicher als voriger. Daran schließen sich dann die Krystalle des röthlichen Amphodelit von Pargas, und der Sundvikit aus dem Kalkbruch von Nordsundsvik bei Kimito. Auch der Rosit (Rosellan) mit rosenrother Farbe im Fettquarz von Tunaberg gehört unzweifelhaft zu den Plagioklasen: Der blaßgelbe großblättrige

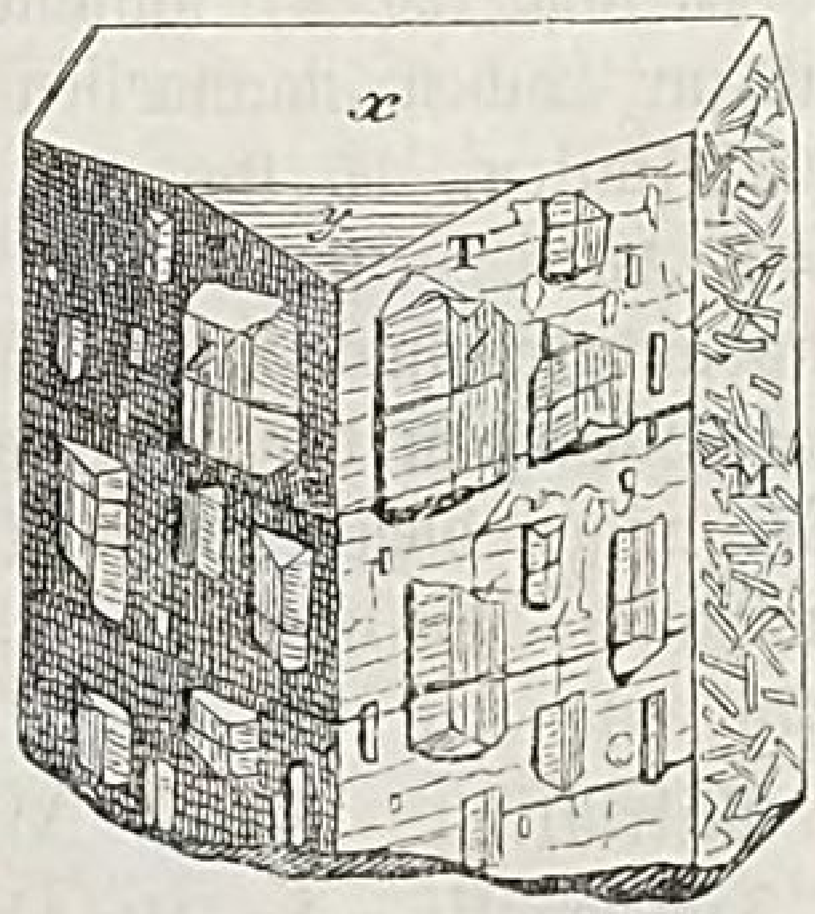
Danburit Shepard (Silliman Amer. Journ. 1839. XXXV. 137) aus dem Dolomit von Danbury in Connecticut scheint seinem ganzen Wesen nach ein eingliedriger Anorthit, denn annähernd schneiden sich die Blätterbrüche P/M unter 93°, P/n 135°, P/T 126°, H· = 7, G· = 2,95. Aber er hat 48 $\ddot{Si}$, 22 $\dot{Ca}$ und Statt der Thonerde 27,7 Borsäure, im Verhältniß $\dot{Ca}\ddot{Si} + \ddot{B}\ddot{Si}$, was man mit Tschermak für Anorthitformel ansehen könnte.



Saussurit wurde von dem berühmten Alpenreisenden in Geschieben am Genfersee, bei Turin ꝛc. Jade genannt, die sich leicht an dem grünen mitvorkommenden Diallag erkennen läßt. Eine graue, sehr zähe, hornsteinartige Substanz, 3,2 Gew. und Feldspathhärte. Schmilzt schwer an feinen Kanten. Klaproth (Beitr. IV. 278) gab darin 49 $\ddot{Si}$, 24 $\ddot{Al}$, 5,5 $\dot{Na}$, 10,5 $\dot{Ca}$ ꝛc. an. Gewöhnlich belegt man die dichte Feldspathmasse in den Gabbrogesteinen mit diesem Namen, vielleicht verhält sie sich zum Labrador, wie der Feldstein zum Feldspath. Zur Zeit ist es nicht möglich, alle ähnlichen dichten Gesteine zu sortiren.

Feldspaththeorie.

Die oben erwähnte sonderbare Verwachsung von Albit mit Orthoklas führte auf die Vermuthung, daß Kali=, Natron= und Kalkfeldspäthe durch regelmäßige Vermischung mit einander alle übrigen erzeugt haben könnten. Faßt man nebenstehenden Krystall (⅓ nat. Größe), den ich schon in den „Epochen der Natur“ 1861 pag. 87 abbildete, näher ins Auge, so finden wir an den ziemlich großen Albiten genau dieselben Flächen, wie an dem Feldspathe, dem sie aufsitzen, nemlich T, l, x, y, o, n, alle spiegeln nicht blos vollkommen ein, so weit es sich an diesen rohen Riesengebirgern beurtheilen läßt, sondern die Albitindividuen der linken und rechten auf T und l kehren sich auch ihre außerordentlich deutlichen Blätterbrüche mit Neutonianischen Farben einander zu, sie finden sich, obgleich durch den Kalifeldspath gehalten, dennoch in ihrer gewöhnlichen Zwillingsstellung. Eine innige Beziehung der verschiedenen Massen zu einander, steht daher über allem Zweifel. Als nun beim Perthit pag. 278 der Lamellenwechsel bis ins Innerste mit dem Auge verfolgt, und auch durch chemische Analyse bestätigt werden konnte,



so war an der Thatsache nicht zu zweifeln: Kali- und Natronfeldspath verwachsen mit einander, ohne dabei ihre Selbstständigkeit aufzugeben. Das Natron im Kalifeldspath und umgekehrt macht uns geneigt, es nicht als Isomorphismus, sondern für Mischung und Durchdringung gesonderter Mineralspecies zu halten. Tschermak (Sitzungsber. Wien. Akad. 1864. L. 1 pag. 566) suchte das nun auch auf die Natron- und Kalkfeldspäthe überzutragen, und damit namentlich die Streifung der „Viellinge“ auf P und M zu erklären: es gibt nur Natron- und Kalkplagioklase, lautete sein Ausspruch, alle zwischenliegenden sind Mischungen derselben. Um dies klar zu machen, setzen wir die Formeln kurz nach der neuen Methode hin:

Albit	$Na\,Al\,Si_6\,O_{16}$,	Oligoklas	$R\,Al\,Si_5\,O_{14}$
Andesin	$R\,Al\,Si_4\,O_{12}$,	Labrador	$R\,Al\,Si_3\,O_{10}$
Barytfeldspath	$Ba\,Al\,Si_2\,O_8$,	Anorthit	$Ca\,Al\,Si_2\,O_8$.

Denken wir uns jetzt zwei gleichgroße Krystalle von Natron- und Kalkfeldspath nach M in zahllose Platten gespalten, und wechselsweise zwischen einander gelegt, so haben wir die Figur eines „Viellings“, wie am Oligoklas und Labrador auf P voll zahlloser Zwillingsstreifen, mit dem chemischen Gehalt

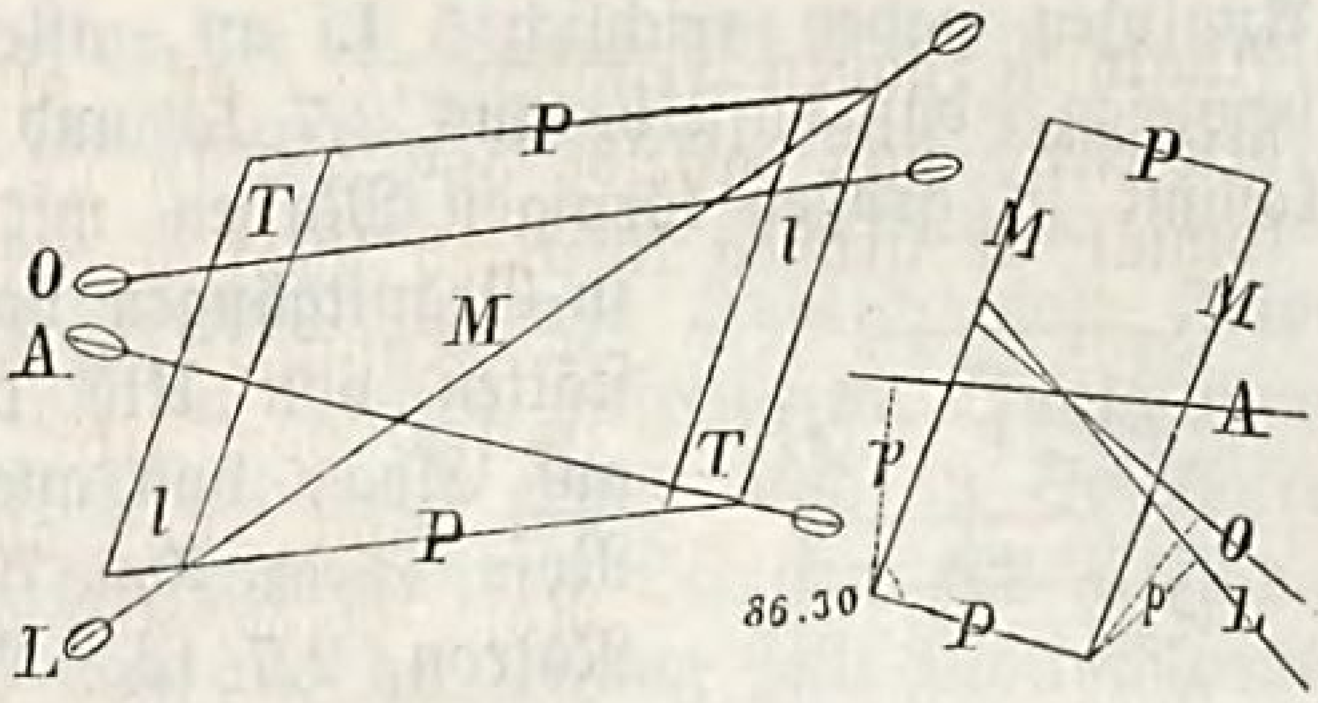
Albit + Anorthit = $Na\;Ca\;Al_2\;Si_8\;O_{24} = R\;Al\;Si_4\;O_{12}$ = Andesin.
3 Albit + Anorthit = $Na_3\;Ca\;Al_4\;Si_{20}O_{56} = R\;Al\;Si_5\;O_{14}$ = Oligoklas.
Albit + 3 Anorthit = $Na\;Ca_3\;Al_4\;Si_{12}O_{40} = R\;Al\;Si_3\;O_{10}$ = Labrador.

Ist die Ansicht richtig, so müssen im Radicale R des Andesin gleiche Aequivalente von $\dot{N}a$ und $\dot{C}a$ sein, nnd in den andern mit den Molecülen die zugehörigen einsäurigen Basen steigen und fallen d. h. viel Natron setzt weniger Kalkerde und umgekehrt voraus. Rammelsberg (Pogg. Ann. 126. 45) glaubte das durch Vergleichung zahlreicher Analysen bis zur Evidenz nachweisen zu können. Am Adularähnlichen Hyalophan mit 10 Alkalien, 15 $\dot{B}a$, 22 $\ddot{A}l$, 52 $\ddot{S}i$, gibt die Rechnung $\dot{K}\;\dot{B}a\;\ddot{A}l^2\;\ddot{S}i^8 = \dot{K}\;\ddot{A}l\;\ddot{S}i^6 + \dot{B}a\;\ddot{A}l\;\ddot{S}i^2$, wovon das eine Glied gewöhnlichen Adular, das andere einen supponirten Barytfeldspath gibt. Die frühere Ansicht vom Vicariren der Bestandtheile ist damit verlassen, und viele gehen mit Vergnügen dieser neuen Ansicht nach, drücken es sogar gleich in der Formel aus. So schreibt z. B. Herr Prof. Weisbach (Synopsis mineralogica 1875. 19):

Mikroklin $\dot{K}\;\dot{N}\;\dddot{A}l^2\;\ddot{S}i^{12}$ d. h. $\dot{K}\;\dddot{A}l\;\ddot{S}i^6 + \dot{N}a\;\dddot{A}l\;\ddot{S}i^6$.
Tschermakit $\dot{N}a^3\dot{M}g\,\dddot{A}l^4\,\ddot{S}i^{20}$ d. h. $3(\dot{N}a\,\dddot{A}l\,\ddot{S}i^6) + \dot{M}g\;\dddot{A}l\;\ddot{S}i^2$,

worin zum Albit ein Magnesiaanorthit treten würde.

Da Anorthit sich in concentrirter Salzsäure „leicht und vollständig zerlegt, Oligoklas davon so gut wie gar nicht angegriffen wird“, so muß das auffallen, denn man sollte erwarten, wenn eine natürliche Scheidung stattfände, sie auch chemisch sich bethätigen müßte. Ja Herr Prof. Sandberger (Sitzb. Münch. Akad. 1873. 145) konnte sogar aus dem Andesin nicht blos Kalk, sondern ebensogut Natron ausziehen. Dazu kommt nun noch der **optische Einwand:** Herr Descloizeaux (Ann. de Chim. 5 sér. 1875 Bd. 4)



zeigte, wie Albit A, Oligoklas O und Labrador L ganz bestimmt sich nach der Lage ihrer optischen Axen unterscheiden lassen. Die Mittellinie (Bissectrix) tritt nicht, wie beim Orthoklas nach vorn, sondern nach der Seite heraus, und trifft im senkrechten Querschnitte der Blätterbrüche PM die Fläche M beim Albit A unter 75°, Oligoklas O 108° 10′, Labrador L 120° 40′. Doch sind die Winkel der optischen Axen wenig vom Rechten unterschieden. Um die Lemniscaten im Oel zu bekommen, darf man nur ein Perpendikel p von den Ecken aus auf die Mittellinien fällen, so sehen wir, daß beim Albit A die scharfen, beim Oligoklas O und Labrador L die stumpfen Kanten der Blätterbrüche abgestumpft werden müssen, um die gehörigen Platten zu erhalten, dann liegt die Ebene der optischen Axen, wie es die Linien AOL auf M andeuten, und zwar dergestalt, daß wenn beim Albit l rechts und T links liegt, beim Oligoklas und Labrador dieselben entgegengesetzt fallen, wie die doppelten Buchstaben Tl andeuten sollen. Dagegen bietet der Anorthit ganz irreguläre Beziehungen zu den Flächen, und ist dabei nicht positiv, wie genannte drei, sondern »toujours négative«.

4. Lithionminerale.

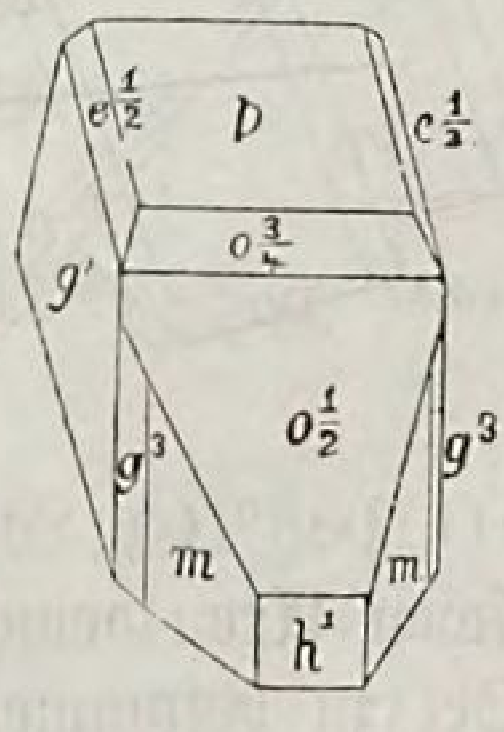
Das Lithion findet sich in nicht sonderlicher Menge, und wird häufig schon durch purpurrothe Färbung der Flamme erkannt, besonders „wenn man an glühende Splitter in der Pincette saures schwefelsaures Kali anschmilzt und weiter darauf bläst.“ Auch scheint es keine eigentlichen Lithionfeldspäthe zu geben. Doch nennen wir hier vor allem den

Petalit (πέταλον Blatt). Andrada (Scheerer's Journ. Chem. IV. 36) beschreibt ihn schon 1800 von der Insel Utö südlich Stockholm, aber man blieb darüber lange ungewiß, bis endlich wieder gefunden Arfedson darin 1818 das Lithium (λιθεῖον steinern), ein dem Steinreich ausschließlich angehöriges Alkali, entdeckte.

Zwei ungleiche Blätterbrüche bilden einen Winkel von 141° 30′, der erste davon ist deutlich, der zweite kann im dunkeln Zimmer noch zum ungefähren Messen benützt werden. Wenn Endflächen vorkommen, so stimmen sie mit Castor, und erweisen sich dadurch als gewendet 2 + 1-gliedrig. Der Querbruch eigenthümlich matt erinnert an den Querbruch vom Diallag. Milchweiß, öfter ein Stich ins röthliche durch Mangan, wie der mitvorkommende Lithionglimmer. Feldspathhärte. Gewicht aber nur 2,43.

Vor dem Löthrohr schmilzt er leichter als Feldspath und färbt dabei die innere Flamme schön purpurroth. Von Säuren wird er nicht angegriffen. $\dot{L}i^3 \dddot{A}l^3 \ddot{S}i^{20} = \dot{L}i \dddot{A}l \ddot{S}i^{10}$ mit etwa 77 $\ddot{S}i$, 18 $\dddot{A}l$, ältere

Analysen gaben reichlich 5 $\dot{L}i$ an, allein Hagen (Pogg. Ann. 48. 361) hat bewiesen, daß dasselbe aus 2,7 $\dot{L}i$ und 2,2 $\dot{N}a$ bestehe. Das Mineral kommt in großen körnigen Massen mit Spodumen und Lithionglimmer in Granitgängen vor, welche die Magneteisen-Lagerstätten von Utö durchsetzen. Breithaupt's **Kastor** auf Elba, von quarzartigem Aussehen, ist nach G. Rose (Pogg. Ann. 79. 162) Petalit, aber mit wenig Natron, 2,7 $\dot{L}i$. Nach den Messungen von Descloizeaux (Ann. Chim. 1864 III) bilden sie eine augitartige Säule m/m 87°, mit blättriger Schiefendfläche p.



Der rechte Winkel p/g' wird durch $e^{\frac{1}{2}} = a : c : \frac{1}{4} b$ abgestumpft, und der zweite Blätterbruch $o^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{5}a : c : \infty b$ macht mit p 141° 23', p/h' = 112° 26' d. h. p gegen die Axe c 67° 34'. Vergl. auch den äußerst seltenen Zygadit (Pogg. Ann. 69. 441) von Katharina Neufang bei Andreasberg mit albitartigen Zwillingen (ζυγάδην Paarweis) und Lithiongehalt.

Spodumen Andrada (σπόδιος aschfarbig), Hauy's Triphan nach seinem 3fachen Blätterbruch, zwei undeutliche schneiden sich unter 87° und 93°, die scharfe Kante stumpft der erste gerade ab, wonach das Mineral gern strahlig und schaalig wird. Diese Winkel stimmen mit Augit, und neuerlich entdeckte Hartwall in den Quarzadern des Glimmerschiefers von Norwich in Massachusets fußlange Strahlen und 1½ Zoll dicke Krystalle, deren Bildung dem Augit vollkommen entspricht (Silliman Americ. Journ. 2. ser. 10. 119 und 265). Berggrüne Farbe. Härte 6 bis 7, Gew. 3, 2. Man kann die Strahlen namentlich auch wegen ihrer schaaligen Absonderung leicht mit gewissem Diopsid und Epidot verwechseln, aber vor dem Löthrohr färbt er die Flamme purpurroth, da kleine Splitter leicht schmelzen.

$(\dot{L}i, \dot{N}a)^3 \ddot{A}l^4 \dddot{S}i^{10}$ mit 65 $\dddot{S}i$, 29 $\ddot{A}l$, 5,5 $\dot{L}i$, 0,46 $\dot{N}a$.

Eine solche Zusammensetzung läßt sich mit Augit schwer vereinigen, und doch bringt Rammelsberg (Pogg. Ann. 85. 552) das Atomvolumen 44 heraus, was genau das doppelte von Augit sei, und den Isomorphismus erkläre. Man könnte mit Rammelsberg vielleicht $\dot{L}^4 \ddot{A}l^4 \dddot{S}i^{16} = \dot{L} \dddot{S}i + \ddot{A}l \dddot{S}i^3$ schreiben, eine Formel, die leichter zu merken wäre, und vollständige Analogie mit Akmit hätte. Auf Utö kommt er in einem granitischen Gemenge mit rothem Feldspath vor, in Tyrol zu Valtigl bei Sterzing, Lisens, Killiney bei Dublin ꝛc.

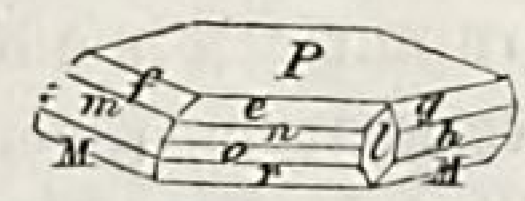
Hauptmineral für Gewinnung des Lithion ist der Lithionglimmer von Rozena 3,6 $\dot{L}i$. Es haben der seltene Amblygonit 6 $\dot{L}i$, Triphylin 3,4 $\dot{L}i$, Lithionturmalin, Rhodizit. Der Lithiongehalt in den Quellen wird von Aerzten geschätzt, so bei der Murquelle in Baden-Baden. Zu Redruth in Cornwall strömt sogar in 250 Faden Tiefe heißes Wasser von 50° C. hervor, was in 24 Stunden 3 Ctr. $\dot{L}i$ spendet. Wie die Spectralanalyse nachwies, so finden sich nicht selten Cäsium Cs und Rubidium Rb in Begleitung. Das merkwürdigste Mineral bildet in dieser Beziehung

Pollux, der begleitet von Kastor bei S. Pietro auf Elba in Granitgängen einbricht, die durch ihren milchweißen Feldspath, bunte Turmaline, honiggelbe Granaten, Beryll, hin und wieder auch Zinnstein ꝛc. so berühmt geworden sind. Klar und nierenförmig wie Hyalith, mit Feldspathhärte, 2,9 Gew., liegt er lose in Drusen zerfressenem Quarz ähnlich. Mit Fluorammonium auf Platindraht erhitzt und in Salzsäure getaucht zeigt es im Spectroskop die zwei blauen Streifen des Cäsium. Salzsäure scheidet Kieselerde aus, und aus der Lösung fällt Platinchlorür $Cs\,Pt\,Cl^2$. Pisani (Cmpt. rend. LVIII. 714) fand 44 $\dddot{S}i$, 16 $\ddot{\bar{A}}l$, 34 $\dot{C}s$, 3,9 $\dot{N}a$ 2,4 $\dot{H}$, was etwa $\dot{C}s\,\dddot{S}i + \ddot{\bar{A}}l\,\dddot{S}i + \dot{H}$ geben würde. Da es zuweilen Leucitoeder mit Würfeln zeigt, kann es nicht doppeltbrechend sein.

III. Glimmer.

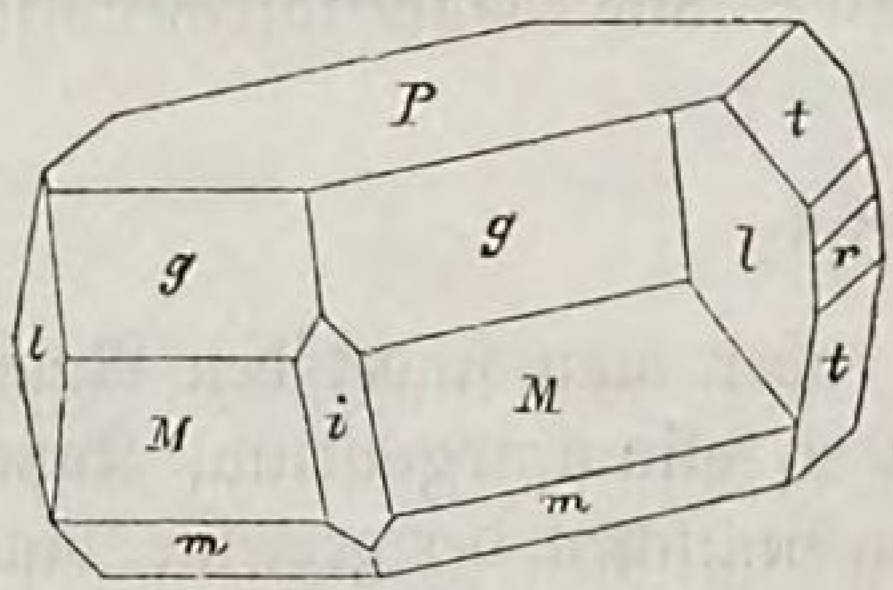
Ohne Zweifel von den Alten gekannt, aber man findet den Namen nicht. Agricola 696 begreift ihn unter mica et felium argentum, Katzensilber, weil seit alter Zeit in den glitzernden Blättchen der gemeine Mann Silber vermuthete. Von diesem Glänzen (Glimmern) stammt auch der alte bergmännische Name (mica Krume, micare Glitzen). Mineralogisch ist man selten im Zweifel, was man zur Glimmergruppe stellen soll, denn alle haben einen so ausgezeichneten Blätterbruch mit Perlmutterglanz, daß sie in dieser Beziehung von keinem andern Minerale erreicht geschweige denn übertroffen werden. Ueber das

Krystallsystem herrscht häufig Zweifel. Hauy beschrieb ihn als rhombische Tafeln $M = a : b : \infty c$ von 120°, deren scharfe Kante durch $r = b : \infty a : \infty c$ abgestumpft wird. Die Geradendfläche $P = c : \infty a : \infty b$ bildet den Blätterbruch, er springt daher „in scheibenförmige" Stücke. Schwache Neigung zum Brechen nach den Säulen ist zuweilen durch Streifung auf P angedeutet. Solche rhombischen Tafeln finden sich im Granit von Zwiesel und Lam in Bayern, man kann hier an der Rechtwinklichkeit der Säule zum Blätterbruch kaum zweifeln. Vom Baikalsee erwähnt Dufrénoy Rhombenoktaeder $b^1 = a : b : c$, welche mit P ungefähr 95° machen, dazu kommt eine Zuschärfung $e^1 = \frac{1}{2}b : c : \infty a$, die folglich auch gegen P 95° bilden muß, was zu einem dihexaedrischen Aussehen verleitet. Dagegen hat G. Rose (Pogg. Ann. 61. 383) schwärzlich grüne dichroitische (roth quer gegen die Axe) Glimmer aus den Somma-Blöcken gemessen, deren Säule M/M 120° 46′ betrug, deren Blätterbruch P aber schief gegen die Säulenflächen stand, und zwar P/M 98° 40′ und P/r 90°. Darnach müßte, wenn die vermeintliche Säule M nicht Oktaeder e^1 ist, der Glimmer 2 + 1gliedrig sein. Diese Winkel stimmen mit den alten Messungen von Phillips (Vesuv) ganz genau, der außerdem noch angibt: vorn zwei Augitpaare m und f mit den Winkeln P/f = 135° 16′ und P/m = 121° 45′, hinten ebenfalls zwei g und h mit P/g = 107° 5′ und P/h = 83° 2′. Ferner zwischen P und r, also aus der Diagonalzone



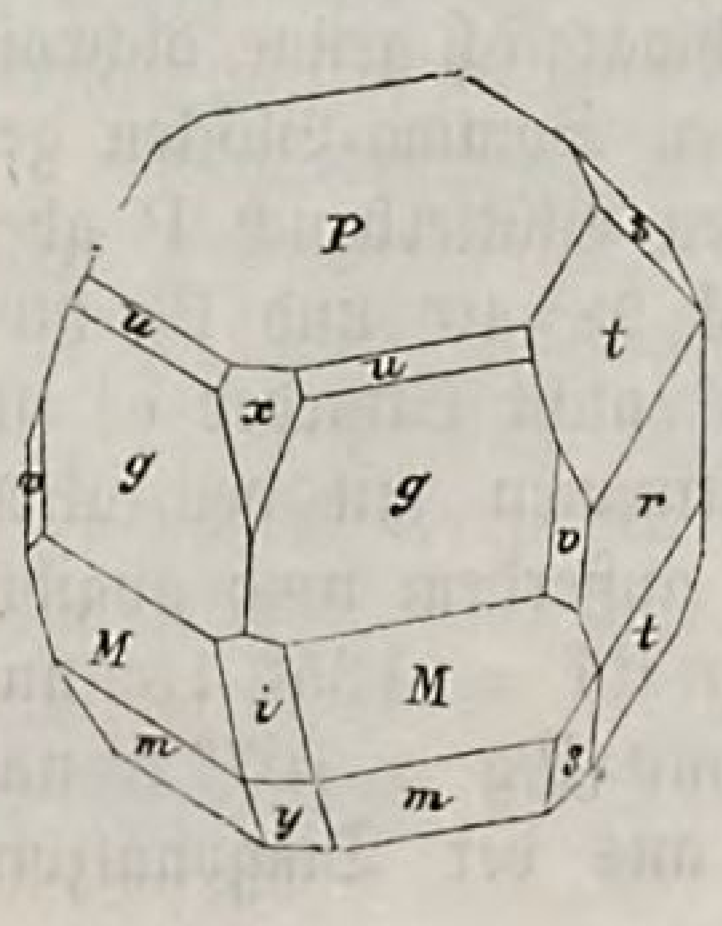
von P, drei Paare e n o, P/e = 114° 30′, P/n = 94° 30′, P/o = 92° 55′. Endlich noch ein eigenthümliches Paar l, scheinbar zwischen h und o gelegen, P/l 100° 20′. Indeß fiel es auf, daß bei allen der ebene Winkel auf P genau 120° beträgt, daß sich darnach die Zwillinge richten, und daß die optische Mittellinie stets senkrecht auf dem blättrigen Bruch steht. Dieß brachte Hrn. Kokscharow (Materialien zur Mineralogie Rußlands 1854. II. 126) zunächst auf den Gedanken, den Vesuv'schen Glimmer **zweigliedrig** mit hemiedrischer Ausbildung zu nehmen (hinten anders als vorn) ausgehend von den Axen

$$a : b : c = 0,57735 : 1 : 1,64656 = 0,351 : 0,607 : 1,$$



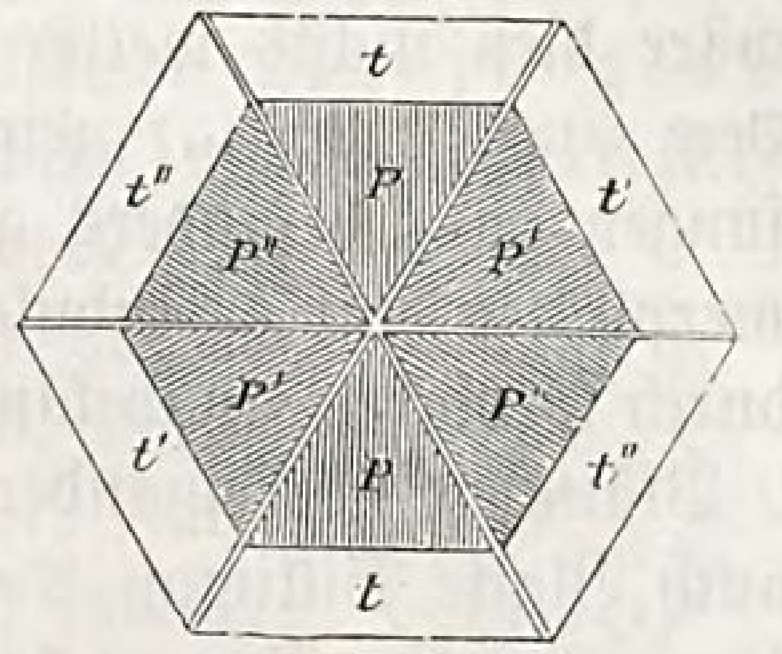
wird P = c : ∞a : ∞b; g = a : b : c, P/g 106.54; M = a : b : 2c; r = b : ∞a : ∞c; i = a : 2c : ∞b; m = a′ : b : $\frac{1}{2}$c; f = a′ : b : $\frac{2}{7}$c; l = a : c : $\frac{1}{3}$b; t = $\frac{1}{4}$b : c : ∞a in Zone M/l und P/r. Auffallender Weise ist die zugehörige Säulenfläche a : b : ∞c von 120 nicht da, sie müßte Kante M/m abstumpfen. Aus diesem Winkel folgt weiter, daß ein Paar mit dem Ausdruck $\frac{1}{2}$b : c : ∞a gegen P dieselbe Neigung haben müßte, wie die Oktaeder g zu P. Mathematisch angesehen würde dadurch ein Dihexaeder entstehen, und merkwürdig genug sind die Krystalle wie andere vulkanische Glimmer optisch einaxig, worauf schon ein Magnesiagehalt von 25 pC. hinzudeuten scheint. Hessenberg (Abh. Senckenb. N. G. Frankfurt 1866. VI. 15) fand glücklicher Weise eine Rhomboederfläche, mit 100° gegen P, also 10° gegen die Axe, welche für a = 1, c = 4,9 gibt. Sie ist ohne Zweifel mit obiger l bei Phillips identisch, und darnach gruppirte sich alles vollkommen dreigliedrig, was dann Hr. v. Rath und Kokscharow (Jahrb. 1875. 857) vollständig bestätigten. Es gibt das eine Rhomboederendkante von 62° 57′. Daran würde sich dann der rhomboedrische Pennin mit 63° 15′ vom Monte Rosa, und der Ripidolith aus dem Zillerthale vortrefflich anschließen. Bei der sechsseitigen Tafel darf man sich durch $\frac{1}{3}$m = a : $\frac{1}{3}$b : ∞c nicht beirren lassen.

K l i n o c h l o r von Achmatowsk kommt mit Perowskit eingesprengt in Kalkspath vor: Kokscharow (l. c. II. 12) konnte auch diese genau messen, obwohl die Flächen meist unvollkommen aussehen. Im ganzen scheinen



dieselben mit Vesuv'schen zu stimmen, wie ein Blick auf nebenstehende Figur zeigt, namentlich ist das reguläre Sechseck auf P wieder da, nach welchem sich die schönen „Sternzwillinge" richten. Aber M/M = 121° 28′, P/M = 102° 6′, P/g = 113° 57′ 2c., was sich nicht in vollkommenen Einklang bringen läßt. Leicht kann nun daraus etwas ganz Schiefes gemacht werden, wenn man g nicht als Oktaeder, sondern als Säule = a : b : ∞c und M als Oktaeder = a′ : b : c nimmt. Dann

bildet P mit Hauptaxe c 62° 51′ und a : b : c = 1 : 1,732 : 1,477, P 001, r 010, g 110, M 1′11, m 2′23, u 221, x 401, i 1′01, y 2′03, t 041, v 130, s 1′32. In dieser 2 + 1gliedrigen Stellung beschrieb sie auch Hessenberg l. c. pag. 28 aus dem Zillerthal. Sehr lehrreich sind die Zwillinge und **Drillinge**, welche auch bei andern Glimmern namentlich von Zinnwalde ausgezeichnet vorkommen, man erkennt sie an der Streifung längs der Axe b, gesellt sich dann t hinzu, so entsteht ein förmliches Dihexaeder. Das deutet entschieden auf zweigliedriges System, was auch die Farben der Lemniscaten zu beweisen scheinen, worin man zwischen vorn und hinten keine Verschiedenheit wahrnimmt. Die Unsymmetrie der Seiten, wie sie z. B. bei Monroe nördlich New-York (Pogg. Ann. 73. 602) in großen Tafeln vorkommt, darf uns nicht beirren, der Character solcher Flächen ist ohnehin nicht einmal scharf. Der Mangel an guten Krystallen muß natürlich das krystallographische Interesse herabstimmen.



Optisch unterscheidet man längst ein- und zweiaxige Sorten, jene müßten 3 + 1axigen, diese mindestens 2gliedrigen Systemen angehören. Allein schon ein kleiner Versuch mit den schönen braunen Platten von Westpoint nördlich New-York genügt, das Mißliche dieses Merkmals einzusehen: eine dünne Platte zeigt freilich blos ein einaxiges Kreuz, aber sowie man sie etwas dicker nimmt, so ändert das Centrum bei der Drehung zwischen Turmalinplatten oder besser im Nörrenberg'schen Polarisationsmikroskop. Ja schon Dove hat nachgewiesen, daß wenn man gekühltes Glas im polarisirten Lichte durch die dünnsten Blättchen vom 1axigen Glimmer betrachtet, so erscheint bei der Drehung des Blättchens auf dem Glase abwechselnd ein dunkeles und helles Kreuz, was auf versteckte Zweiaxigkeit hinweist. Der Winkel φ zwischen den Optischen Axen schwankt zwischen 0—74°, und läßt sich aus der Entfernung der Augen wenigstens im Allgemeinen beurtheilen. Nach Senarmont (Ann. Chim. et Phys. 1852 XXXIV. 171) ist hier eben so wenig Sicherheit zu erwarten, als bei der Krystallform. Wenn man dennoch von 1axigen Glimmern (Biotit) spricht, so meint man eben 2axige mit möglichst kleinen Axenwinkeln. Derselbe zeigte ferner, daß auch beim optisch zweiaxigen zwei Fälle vorkämen: entweder läge die Ebene der optischen Axen in ac, welche zwei gegenüberliegende Kanten verbände; oder senkrecht dagegen, was man aus der Streifung auf P folgern könne. Durch die Schlagfigur von Reusch pag. 159 ist die Beurtheilung wesentlich erleichtert: da zeigt sich, daß in den gewöhnlichsten Fällen die Ebene der optischen Axen **senkrecht** gegen einen der drei Schlagstrahlen, also in der Ebene bc, liegt, und nur ausnahmsweise **in** einen Schlagstrahl, also senkrecht gegen bc in Ebene ac fällt. Die allermerkwürdigste Thatsache, durch eine Bemerkung Senarmont's beim Zusammenkrystallisiren isomorpher Salze veranlaßt, wies

Nörrenberg nach: schneidet man sich aus dünnen Blättchen ($\frac{1}{8}$ Undulation) des zweiaxigen Glimmers kleine quadratische Täfelchen, und schichtet sie wechselsweise um 90° verdreht aufeinander, so daß also alle geraden und alle ungeraden krystallographisch parallel stehen und ihre optischen Axenebenen sich rechtwinklig kreuzen, so bekommt man schon bei 12 + 12 Platten statt des 2axigen ein vollständig 1axiges Bild. Sechsgliedrig gedacht wäre dieß nichts weiter als eine Zwillingsverwachsung. G. Rose (Sitzb. Berl. Akad. 1869. 341) zeigte, wie der Glimmer zu regelmäßigen Verwachsungen ganz besonders geneigt sei. Die Optiker sprechen viel von Glimmerplatten mit $\frac{1}{4}$ Undulation ($\frac{1}{4}\lambda$ pag. 134): dieselben verschafft man sich durch Probiren an bekannten Krystallen im Polarisationsmikroskop. Thun 2 Blättchen übereinander dieselbe Wirkung, so haben sie $\frac{1}{8}\lambda$ rc. Vergleiche auch Blacke Silliman Amer. Journ. 2. ser. 12. 6 und Dove Pogg. Ann. 89. 322. H. = 1 — 3, Gew. 2,78—3. Starker Perlmutterglanz auf dem blättrigen Bruch, quer kann man ihn gar nicht brechen. Trübe Farbe aber viel Durchscheinenheit bis zur Farblosigkeit. Durchsichtige Blättchen zwischen den Fingern gerieben werden leicht elektrisch, und behalten die Elektricität lange.

Vor dem Löthrohr leicht und schwer schmelzbar bis fast zum unschmelzbaren. Von Säuren bald wenig, bald stark angegriffen. $\dot{\dot{S}}i$, $\dot{\dot{\dot{A}}}l$, $\dot{K}a$, $\dot{M}g$, $\dot{L}i$, $\dot{F}e$, $\dot{H}$. Ein Fluorgehalt, zuerst im Glimmer von Utö bemerkt, nimmt mit dem Eisengehalt zu und ab, und soll die Stelle des Sauerstoffs vertreten. Die neuere Chemie (Ztschr. deutsch. geol. Ges. XIV. 400) bestrebt sich, sie als Monosilicate aufzufassen.

Der Glimmer spielt eine wichtige Rolle seit den ältesten Urgebirgsgesteinen bis in unsere brennenden Vulkane hinein. Die neuern sind ein wenig spröder und nicht so frisch als die ältern. Mitscherlich (Abh. Berl. Akad. Wiss. 1822. pag. 36) wies sogar eine glimmerartige Substanz nach, die sich früher in den Kupferschlacken von Garpenberg in Schweden gebildet hatte. Deßhalb müssen wohl die meisten Glimmerarten auf heißem Wege entstanden sein, wenngleich Andeutungen für nasse Bildung pag. 265 vorkommen, und namentlich die Talke auf eine großartige Metamorphose durch circulirende Gewässer hinzuweisen scheinen.

Nur wenige Minerale bilden eine so natürliche Gruppe durch ihr Aussehen, als die Glimmer, woran besonders der ausgezeichnete blättrige Bruch die Schuld trägt. Man kann die Masse schon mit dem bloßen Finger und nicht selten in so feine Blättchen theilen, daß sie wie die Oberfläche der Seifenblasen die brennendsten Regenbogenfarben reflectiren. Und doch sind sie ihrem Inhalte nach so verschieden, daß man alle möglichen Hypothesen versucht hat, um sie in ein Gesammtbild zu bringen. Chemiker, denen dieß nicht gelang, brachten die einzelnen Arten in sehr unnatürlicher Weise an verschiedenen Stellen unter. Das heißt aber der Sache Gewalt anthun. Andere meinten durch „heteromere“ Formeln (Journ. pract. Chem. 1851. Bd. 53. pag. 1) ein Licht aufzustecken.

1. **Kaliglimmer**, optisch negativ 2axig (Muskowit), unter allen bei

weitem der verbreitetste, daher Mica Agricola 608 in lapidibus, marmoribus, arenis lucet .... metallici nostri nominant vocabulo ex fele et argento composito. Unter Marmor muß man hier den Granit verstehen. Plinius 36. 46 sagt: in Arabia quoque esse lapidem vitri modo translucidum, quo utantur pro specularibus, das mag wohl Glimmer sein, obgleich man vor der Verwechselung mit Gyps nicht sicher ist, wie noch heute das Volk beide unter dem Namen Marienglas begreift. Durch **Aetzen** mit Flußsäure bekommt man bilaterale parallelstehende Figuren, links wie rechts und vorn anders als hinten, wie sie 2 + 1gliedrigen Blättern zukommen sollten.



In hohem Grade elastisch biegsam. Härte 2—3, Gew. 2,8—3. Graue, gelbe, grüne, braune, röthliche 2c. Farben. Häufig scheinbar ganz undurchsichtig, aber mache man die Blätter nur dünne genug, so lassen sie Licht durch. Durch Verwitterung oder künstliches Glühen nehmen die schwarzen öfter ein tombakbraunes halbmetallisches Ansehen an (Katzengold).

Wird weder von Schwefel- noch Salzsäure angegriffen, schmilzt im allgemeinen schwer, doch täuscht die Dünne der Blättchen leicht. Als ein wesentlicher Bestandtheil der Granite und Gneuse nähert er sich unter allen Glimmerarten am meisten dem Feldspath, daher hat H. Rose schon in Schweiggers Journ. 21. 282 die Formel $\dot{K}\,\dddot{Si} + 4\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}$ aufgestellt, die Analyse gab im Glimmer von Utö 47,5 $\dddot{Si}$, 37,2 $\dddot{Al}$, 3,2 $\dddot{Fe}$, 9,6 $\dot{K}$, 0,56 Fl, 2,6 $\dot{H}$. Ein brauner von Cornwall enthält sogar nach Turner 2,7 Fl. Freilich geben einzelne Analysen einen viel geringern Thonerdegehalt an. Rammelsberg schreibt sie H K Al Si^2 O^8 = ($\dot{H}$, $\dot{K}$) $\dddot{Si}$ + $\dddot{Al}$ $\dddot{Si}$ = Anorthit, worin Wasser einen Theil des Kali vertritt. Nur die Glimmer im sächsischen Gneuse haben einen Ueberschuß an sauren Kieselsauren Basen $\frac{1}{2}$ ($\dot{R}\,\dddot{Si}^2$) + $\dot{K}\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}^2$. Dagegen soll der **Paragonit**, das lichte feinschuppige Muttergestein der Cyanite vom St. Gotthardt, mit 6,5 $\dot{Na}$, ein gleichwerthiger Natronglimmer $\dot{Na}\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}^2$ sein.

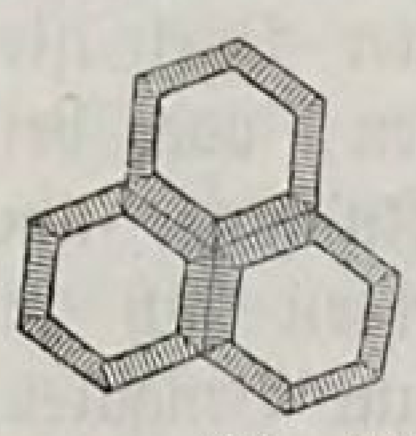
In Sibirien benutzt man die großen und klaren Abänderungen zu Fensterglas, daher Russisches Glas genannt. Die Amerikaner setzen sie in die Ofenthüren, um sich am Anblick des Feuers zu freuen, oder bei Hüttenwerken die Hitze zu controliren. Schon die alten Indianer am Ohio gaben sie den Todten Scheffelweis ins Grab. Empfehlen sich zu Cylinder der Gas- und Erdöllampen, und kommen zu uns aus Bengalen in Handel. Man kann sie schneiden und nähen, sie überfrieren im Winter nicht, zerspringen nicht bei starken Lufterschütterungen. Die grobkörnigen Granite von Bodenmais, Aschaffenburg, Schweden liefern auch große Platten. Meist sind jedoch die Blätter klein, nehmen in derben Stücken zuweilen ein blumig blättriges Gefüge an (Preßburg). Eigenthümliche Glimmerkugeln liegen auf sumpfigen Wiesen von Hermanschlag in Mähren, woran dunkler Magnesiaglimmer mit fasrigem Strahlstein concentrisch wechsellagert.

2. **Lithionglimmer** schmilzt mit Aufwallen und färbt dabei die Flamme

schön purpurroth. Die pfirsichblüthrothen optisch negativ 2axigen Blätter aus dem Granit von Chursdorf gehören zu der seltneren zweiten Art mit der Axenebene in ac. Sie schmelzen schon im bloßen Kerzenlicht. Bunsen stellte daraus Rubidium dar, obgleich es nur 0,2 pC. (Heidelb. Jahrb. der Litter. 1861 LIV. 574) nebst Spuren von Cäsium enthält. Ch. Gmelin machte zuerst auf Lithion im Glimmer aufmerksam (Gilbert's Ann. 64. 371), zugleich sind es die reichsten an Fluor, das bei denen von Mursinsk auf 10,4 pC. steigen soll. Ueber die Formel schwebt man noch im Unsichern. Für diese Fluorreichsten mit 7,1 Fl schlug Rammelsberg $(Li, Na, Ka)\,Fl + (\ddot{Al}, \ddot{Mn})\,\ddot{Si}^2$ vor. Jetzt der neuern Chemie zugewendet (Monatsb. Berl. Akad. 1873. 634) sucht er sie unter dem Typus $\dot{R}^7\,\ddot{R}^6\,\ddot{Si}^{20}$ zu vereinigen, was sich der Formel $\dot{R}\,\ddot{Si} + \ddot{Al}\,\ddot{Si}$, worin ein Theil Sauerstoff durch Fluor ersetzt wird, annähert. Concentrirte Schwefelsäure greift ihn schon an. Man kann hauptsächlich zweierlei Varietäten unterscheiden:

a) Lepidolith, Klaproth (Beitr. I. 289), eisenfrei, pfirsichblüthroth durch etwas Mangan, bildet derbe körnige Massen im Urgebirge, meist mit andern Lithionmineralen zusammen. Der erste für die Darstellung des Lithion so wichtige (Dingler polyt. Journ. 142. 237) kam vom Berge Hradisko bei Rozna (sprich Roschna) Herrschaft Pernstein in Mähren (Bergmänn. Journ. VI. 1 pag. 285), und hieß nach seiner Farbe Lilalith (lilac Arabisch). Ueber ein Klafter mächtig begleitet er einen den Gneis durchsetzenden Ganggranit. Sehr schön großblättrig zu Chursdorf, Utö. Bei Scheitansk am südlichen Ural verwächst er mit gelbem zweiaxigem Glimmer, bei Paris im Staate Maine mit grünem Turmalin.

b) Zinnwaldit nannte Haidinger die grauen auf den Zinnsteingängen von Sachsen, optisch 2axig, $\varphi = 52°$, kommen in sechsseitigen Tafeln vor, welche gern mit den Kanten aufwachsen. Enthalten neben Li noch Cs und Rb, werden daher zur Gewinnung dieser seltenen Alkalien in Masse nach England ausgeführt. Ihr blättriger Bruch zeigt öfter federartige Streifung, was mit Zwillingsverhältnissen zusammenhängt, wie Grailich (Sitzungsber. Wien. Akad. XXVII. 44) direct nachwies.



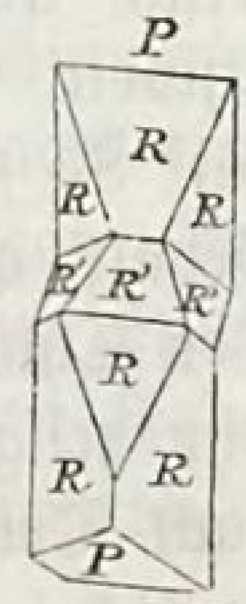
Mit Alkohol hat Stein aus Stücken von Altenberg organische Substanz ausgezogen. Interessant sind die grünschuppigen Säulen zwischen weißen Quarzkrystallen von Rozna, dieselben gleichen innen auf dem Blätterbruch einem Perlglimmer mit scharfen Umrissen der sechsseitigen Säule, um welche sich ein Kranz von schuppigen Strahlen angesetzt hat. Der Kryophyllit im Granit von Massachusets (Ztschr. d. geol. Ges. XIX. 420) hat sogar 4 Li „mehr als irgend ein anderer", bei 13 $\dot{K}$ und 2,5 Fl.

3. **Magnesiaglimmer.** Optisch negativ einaxig (**Biotit**) und zweiaxig (**Phlogopit**). Obgleich seltener, ist doch der lauchgrüne (im reflectirten Lichte schwarze) aus dem Granit (Miascit) des Ilmengebirges am Südural sehr bekannt. Rose gibt davon Krystalle von 6'' Höhe und 9'' Breite an, es kommen Platten von 3½' Durchmesser vor, ja Hauy erwähnte schon von 25 Quadratfuß. Merkwürdiger Weise stimmen chemisch

die schwarzgrünen Krystalle in den Auswürflingen der Somma mit dem besten Magnesiaglimmer (Chodnew Pogg. Ann. 61. 381), und doch sind es mineralogisch die einzig meßbaren von 2 + 1gliedrigem Typus, der 2gliedrig gedeutet wird; wonach sie nicht 1axig sein könnten. Der Axenwinkel beträgt oft kaum 1°. Man mag daher immer noch von einaxigen sprechen, aber mit dem gehörigen Vorbehalt. Also in diesem Sinne Einaxig sind ferner die dunkelfarbigen Glimmer aus den Basaltischen Tuffen von Bilin (Rubellan), vom Lachersee, der schwäbischen Alb ꝛc., denn die kleinsten durchsichtigen Splitter genügen zur Untersuchung im Nörrenberg'schen Polarisationsapparat. Da sie nun auch im Kalkstein von Pargas, bei Sala, Monroe, in Grönland vorkommen, so fehlt es gerade nicht an ihrer Verbreitung. Aeußerlich kann man sie von den vorigen nicht unterscheiden, allein von concentrirter Schwefelsäure werden sie zersetzt, nur die Kieselerde bleibt in dünnen Blättchen zurück. Der Sibirische enthält nach H. Rose $(\dot{\mathrm{M}}\mathrm{g}, \dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}, \dot{\mathrm{K}}\mathrm{a})^3\,\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i} + (\ddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}, \ddot{\mathrm{F}}\mathrm{e})\,\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$, etwa 40 $\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$, 19 $\ddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$, 12,6 $\ddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}$, 15,7 $\dot{\mathrm{M}}\mathrm{g}$, 5,6 $\dot{\mathrm{K}}$, Flußsäure, die alpinischen häufig etwas Titanhaltig. Rammelsberg (Ztschr. d. g. G. 1867. 429) schreibt die sibirischen $(\dot{\mathrm{H}}, \dot{\mathrm{K}})^3\,\dot{\mathrm{M}}\mathrm{g}^9\,\ddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}^2\,\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}^9$, und die Vesuvischen $\dot{\mathrm{K}}\,\dot{\mathrm{M}}\mathrm{g}^7\,\ddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}^2\,\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}^7$. Aber so verschieden auch die Formeln, immer sind es Silicate, dabei kann die Magnesia bis auf 26 pC. steigen. Ein großer Eisengehalt färbt sie meist dunkel, daher merkt man auch so leicht, wo einaxige mit zweiaxigen Glimmern verwachsen. Anders verhält sich der

Phlogopit (φλογοπος feuerfarbig) (Breith. Hdb. Mineral. 1841 II. 398) von hyacinthrother Farbe (mica blond du Canada) im Serpentin und Marmor. Der optische Axenwinkel $\varphi = 5°—18°$ zweiter Art liegt in ac. In Canada große Tafeln von halbmetallischem Glanz, 30 $\dot{\mathrm{M}}\mathrm{g}$, 9 $\dot{\mathrm{K}}$ ꝛc. führen etwa zur Formel $\dot{\mathrm{K}}\,\dot{\mathrm{M}}\mathrm{g}^4\,\ddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}\,\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}^4$ d. h. zu Monosilicaten. Sie zeichnen sich durch vorzüglichen Asterismus aus, der von eingelagerten Krystallnadeln herrührt, und beim Durchblicken gegen ein Licht einen sechs- oder zwölfseitigen Stern erzeugt (Sternglimmer).

4. **Chlorit**, χλωρός grün, von Werner nach seiner schwärzlich grünen (Berggrünen) Farbe genannt. In den Alpen wurde er schon von Saussure (Voyag. Alp. 1786 III. 182) ausgezeichnet. Bezüglich seiner äußern Kennzeichen hält er durchaus die Mitte zwischen Glimmer und Talk, daher ist die Entscheidung öfter nach einer der beiden Seiten hin nicht möglich. Durch sein Vorkommen neigt er sich mehr zum Talk. Die schönsten scheinbar rhomboedrischen und daher negativ optisch einaxigen Krystalle von entenblauer Farbe stammen aus den Penninischen Alpen bei Zermatt im Hintergrunde des Matterthales am Fuße des Monte Rosa (**Pennin.** Pogg. Ann. 50. 523). Ihre scharfen Rhomboeder 63° 15′ in den Endkanten bilden öfter Zwillinge, welche den blättrigen Bruch gemein haben. Besonders bemerkenswerth ist ihr ausgezeichneter Dichroismus, indem sie quer gegen die Hauptaxe isabellgelb durchscheinen, wie man sich an kleinen Krystallen besonders aber durch geschliffene Platten überzeugt. Bei einer



Stellung werden die gelben Platten im polarisirten Lichte wieder grün. Ganz derselbe Dichroismus zeigt sich beim **Klinochlor**, der aber positiv optisch 2axig ist. Daher erhielt er bei Chester in Pennsylvanien diesen Namen, der dann auf diesseitige übergetragen wurde. Optisch scheint Werner's entenblauer Talk von Taberg (Tabergit) ebenfalls dahin zu gehören. Kobell's **Rhipidolith** (ῥιπίς Fächer) vom Schwarzenstein im Zillerthal hat ebenfalls den schönsten Dichroismus, wird aber 1axig und 2axig gefunden. Er bildet in Northcarolina im Serpentin das Muttergestein des Korundes, und zeigt auf den sechsseitigen Tafeln Drillingsstreifen (Cooke). Der violblaue bis röthliche **Kämmererit** begleitet den Uwarowit bei Bissersk auf Chromeisenstein (Schriften Russ. Kais. Mineral. Gesellsch. Petersb. 1842. I pag. LXXX) und gleicht insofern dem Rhodochrom (G. Rose Reise Ural. II. 157) von Kyschtimsk und Baltimore. Er ist optisch einaxig, und unterscheidet sich dadurch von dem sonst ganz gleichen Kotschubeit im südlichen Ural. Der gelblichweiße Leuchtenbergit von Slatoust ist wieder positiv 1axig, und daher dem Pennin verwandt (Kokscharow Material. V. 28). Das merkwürdigste in unsern Alpen liefern jene **wurmförmigen** sechsseitigen Säulen, Volger's **Helminth**:



im Alathal (Piemont) mit Granat und Diopsid sind sie lichtgrün, und so wohl gebildet, daß man ihre optische Zweiaxigkeit leicht erkennt; am St. Gotthardt werden sie bauchig und dunkel, am Crispalt im Tavetschthal kann man selbst den feinsten chloritischen Staub, der dort die Bergkrystalle bedeckt, unter dem Mikroskop als Schnörkel erkennen. So leicht uns solche Merkmale leiten, so schwer wird es doch wieder alles sicher zu ordnen, namentlich auf der Grenze zum Talk hin.

Dieselbe und vielleicht noch größere Schwierigkeit tritt chemisch ein. Vor dem Löthrohr brennen sie sich weiß oder doch lichter, schmelzen aber schwer. Im Wesentlichen sind es wasserhaltige Talkglimmer, die ihre Färbung Eisen verdanken. Die Oxydationsstufe des Eisens läßt sich jedoch nicht mit Sicherheit bestimmen. Nach Rammelsberg (Pogg. Ann. 77. 426) gehört zu den eisenärmern daher lichtfarbigern Kobell's (nicht Rose's) Rhipidolith $3\,\dot{M}g^3\,\ddot{S}i + \dddot{A}l^2\,\ddot{S}i + 9\,\dot{H}$ mit 31,5 $\ddot{S}i$, 16,7 $\dddot{A}l$, 3,4 $\dddot{F}e$, 3 $\dot{F}e$, 32,6 $\dot{M}g$, 12,4 $\dot{H}$, wovon sich der Pennin und Leuchtenbergit nicht unterscheidet. Der eisenreichere und daher dunkelfarbigere Chlorit, den G. Rose umgekehrt Rhipidolith zu nennen vorschlug, $3\,(\dot{M}g, \dot{F}e)^3\,\ddot{S}i + (\dddot{A}l, \dddot{F}e)^3\,\ddot{S}i + 9\,\dot{H}$, unterscheidet sich nur durch den größern Gehalt an $\dot{F}e$: 25,4 $\ddot{S}i$, 18,5 $\dddot{A}l$, 13,2 $\dddot{F}e$, 16,9 $\dot{F}e$, 17,1 $\dot{M}g$, 8,9 $\dot{H}$. Der Chlorit von Mauléon in den Pyrenäen ist ganz eisenfrei, daher sehr hellgrün, wie die wurmförmigen Säulen im Alathal, und enthält nach Delesse 32,1 $\ddot{S}i$, 18,5 $\dddot{A}l$, 36,7 $\dot{M}g$, 12,1 $\dot{H}$. Tabergit ist im Wesentlichen $2\,\dot{M}g^3\,\ddot{S}i + \dddot{A}l\,\ddot{S}i + 5\,\dot{H}$. Auch der durch Chromoxyd smaragdgrün gefärbte Fuchsit, welcher am Greiner im Zillerthal ganz feinkörnigen Schiefer bildet, muß hier verglichen werden. Rammelsberg (Ztschr. d. g. Ges. XX. 87) sucht die Formel $\dot{M}g^5\,\dot{H}\,\ddot{S}i^2 + \dddot{A}l\,\dot{H}^3$ wahrschein=

lich zu machen. Nur der Rhipidolith habe einen größern Gehalt an Thonerdehydrat.

Der schuppigkörnige Chlorit mit Magneteisen im Zillerthal und als Chloritschiefer an so vielen Orten der Hochalpen, wo sie besonders in gewaltigen Blöcken durch die Gletscher herabgeschoben werden, ist seinem Aussehen nach ein ausgezeichneter Chlorit, obgleich auch hier die Analysen abweichen. Ebenso der erdige Chlorit, so häufig auf Bergkrystallen und Adularen einen staubartigen Anflug bildend. Hier kann man auch der eisenschüssigen Grünerde erwähnen, die in den Mandelsteinen des Monte Baldo bei Verona als Handelsartikel (Veronesische Erde, Delessit) gewonnen wird, und bereits den Römern bekannt war, denn man fand sie im Laden eines Farbenhändlers von Pompeji. Schon Vauquelin erkannte darin 52 $\ddot{S}i$, 7 $\ddot{A}l$, 23 $\ddot{F}e$, 6 $\dot{M}g$, 7,5 $\dot{K}a$, 4 $\dot{H}$. Die Cyprische hatte nach Klaproth (Beitr. IV. 244) sogar 18 $\dot{K}$. Sie erscheint in vielen Mandelsteinen als ein thoniges Verwitterungsproduct (Augitkrystalle), das kieselsaurem Eisenoxydul seine seladongrüne Farbe dankt. So muß man auch das färbende Princip der grünen Keupermergel, besonders aber der sogenannten chloritischen Punkte im Grünsand und Grobkalk ansehen (Glaukonit). Berthier gibt in denen des Grünsands von Havre 49,7 $\ddot{S}i$, 6,9 $\ddot{A}l$, 19,5 $\ddot{F}e$, 10,6 $\dot{K}$, 12 $\dot{H}$ an. In Amerika, England, Westphalen düngt man damit, und gewinnt allein in N. Yersey jährlich 40 Millionen Centner wegen des Kali und Phosphorgehalts. Metachlorit, schmale Trume im Schalstein von Elbingerode und Aphrosiderit in den Nassauer Diabasen sind beide in Salzsäure löslich.

5. **Talk.** Das Wort soll aus dem Arabischen Tallz stammen, und schon bei Avicenna vorkommen (Schröter Einleitung II. 255). Jedenfalls spielt das Mineral in der Medicin eine uralte Rolle. Agricola 705 schreibt es Talck oder Magnetis 608: non lapis ille, qui ferrum ad se trahit, sed similis argenti, etenim ex crustis, lapidum specularium (Gyps) modo constat, verum tenuissimis. Plinius hist. nat. 36. 25: quintum in Magnesia Asiae . . . . deterrimus autem, candidus, neque attrahens ferrum. In der That ist der silberglänzende apfelgrüne bis entenblaue blättrige Talk vom Greiner im Zillerthal, Briançon 2c. zwar krummblättrig und gemein biegsam, allein wenn man ihn zwischen den Fingern zerknickt, so trennen sich die Flimmern so fein ab, daß sie rothe und grüne Regenbogenfarben reflectiren. Er ist — optisch 2axig (Axenwinkel 7° 24'), fühlt sich mild und fettig an, läßt sich mit dem Nagel ritzen, Gew. 2,74. Mit Siegellack gerieben theilt er demselben sogar Glaselektricität (+) mit. Vor dem Löthrohr bringt man zwar dünne Splitter leicht zum Schmelzen, aber etwas dickere widerstehen gleich, mit Kobaltsolution bei starkem Feuer röthlich. Merkwürdiger Weise ist er frei von Thonerde, was schon Klaproth bewies.

$\dot{M}g^6 \ddot{S}i^5 + 2 \dot{H}$, mit 61,7 $\ddot{S}i$, 31,7 $\dot{M}g$, 1,7 $\dot{F}e$, 4,8 $\dot{H}$. Da er das Wasser erst bei starker Hitze abgibt, so hält man ihn für basisch, und

nimmt man dann in der Kieselerde 16 Atome Sauerstoff an, so kommt ein Bisiliont $\dot{H}\dot{M}g^3\ddot{S}i^4$, wie beim Speckstein.

Pyrophyllit (Pogg. Ann. 15. 592) in Quarzgängen des Granits von Beresowsk, Spaa, Westana Eisengrube in Schonen, — optisch 2axig. Gleicht vollkommen einem apfelgrünen excentrischstrahligen sehr blättrigen Talk, der sich aber vor dem Löthrohr außerordentlich aufblättert und wegen seines Thonerdegehalts mit Kobaltsolution blau wird. Dicht im Agalmatolith.

$\dot{M}g^3\ddot{S}i^2 + 9\ddot{A}l\ddot{S}i^2 + 9\dot{H}$, mit 59,7 $\ddot{S}i$, 29,5 $\ddot{A}l$, 1,8 $\ddot{F}e$, 4 $\dot{M}g$, 5,6 $\dot{H}$, einfacher ein Bisilicat $\ddot{A}l\dot{H}\ddot{S}i^4$, wenn man $\dot{M}g$ vernachlässigt. Im Talcosit vom Berge Ida in Victoria (Neuholland), der ihm in allen wesentlichen Merkmalen gleicht, fehlt wirklich Magnesia gänzlich, Hr. Ulrich (Contributions Miner. Victoria 1870 pag. 24) gibt ihm die Formel $\dot{H}^3\ddot{A}l^5\ddot{S}i^6$. Er bildet Schnüre im grünen Selwynit, der dicht mit splittrigem Bruch ebenfalls einem durch 7 $\ddot{C}$ gefärbten Agalmatolithe gleicht. Exfoliation finden wir in Folge von Wasserverlust auch beim grauen Vermiculit (vermiculor Würmer erzeugen) von Millbury (Amer. Journ. 1824 VII. 55) der sich vor dem Schmelzen so bläht, daß die Kolben springen. Derselbe hat wieder 27,4 $\dot{M}g$ und viel Eisen, etwa $\dot{H}\dot{M}g\ddot{A}l\ddot{S}i^2$. In neuerer Zeit spielt er in den Talkgesteinen der Smirgelgruben von Jenks Mine in North Carolina eine wichtige Rolle (Cooke, Proceedings of the Amer. Acad. of Arts. Dec. 1873), begleitet unter vielen andern von den tiefgelben unelastischen Blättern des Jefferisit, dessen optische Axen mit $\varphi = 27^0$ in der Axe ac liegen, also zweiter Ordnung sind. Die Streifen deuten gewöhnlich auf Drillinge mit 17,6 $\ddot{A}l$, 10,5 $\ddot{F}e$, 19,6 $\dot{M}g$, 13,7 $\dot{H}$ ꝛc., was etwa auf die Formel $\dot{R}^4\ddot{R}^2\ddot{S}i^5\dot{H}^6$ führt. Vergleiche auch den lichtbraunen finnländischen Thermophillit von Hopansuo (Jahrb. 1859. 82), der im Feuer sich ebenfalls blättert, von talkigem Ansehen und metachloritischer Zusammensetzung.

Talk kommt in schiefrigen Gesteinen der Hochalpen vor, blättert sich krummflächig, oder geht ins Schuppigblättrige und Dichte über. Immer fühlen sich jedoch die Stücke außerordentlich fettig an, so daß man das zu Mehl geriebene Material zum Schmieren von Holzmaschinen, Glätten des Leders ꝛc. anwenden kann. Besonders wohlthuend wirkt dieser erdige Talk auf die Haut, er dient daher zur Schminke, früher als Nervenstärkungsmittel. Sobald jedoch die kieselsaure Magnesia zu größern Gebirgsstücken sich anhäuft, nennt man sie zwar auch noch Talkschiefer, die in den Alpen durch eingesprengten Strahlstein, Asbest, Cyanit, Staurolith ꝛc. sich auszeichnen, allein diese sind dann nicht mehr rein, und es bleibt gewagt, solchen bestimmte chemische Formeln geben zu wollen: wie Damourit das Muttergestein des Cyanits zu Morbihan, oder Sterlingit von Sterling in Massachusets (Cooke l. c. 39) mit eingesprengtem Spodumen. Beide zweiaxig und mit einem ansehnlichen Gehalt von 11 $\dot{K}$ sind zweiaxige etwas harte Talke, jener mit $\varphi = 12^0$, dieser mit $\varphi = 70^0$.

Oft kann man nicht entscheiden, ob man die Sache zum Chlorit oder Talk stellen soll, ein solches Gestein ist der berühmte

Topfstein, Scheuchzer's Lavezstein (lebes Topf), den schon Teophrast von Siphnos anführt; lapis Comensis Plinius 36. 44 cavatur tornaturque in vasa coquendis cibis utilia, quod et in Comensi Italiae lapide viridi accidere scimus. Plinius spielt hier vielleicht auf die Stadt Plurs nördlich vom Commersee an, die aus den Erträgen ihrer Topfsteinbrüche alljährlich 60,000 Dukaten einnahm. 1618 stürzte der unterwühlte Berg ein und begrub die Stadt mit Mann und Maus. Der feinkörnige Stein ist grünlich, mit grauem Strich, aber wegen seiner Milde nicht Politurfähig. Wird zu feuerfesten Töpfen gedreht, die man noch in alten Römischen Ansiedelungen findet. Im Wallis heißt er Giltstein, der sich besonders zu Ofenplatten eignet, die schon 500 Jahre aushielten. Bildet Zwischenlager in den alpinen Schiefern.

Agalmatolith (Bildstein) Klaproth Beiträge II. 184, wegen seines fetten Anfühlens chinesischer Speckstein genannt, wahrscheinlich dichter Pyrophyllit, der unter dem Mikroskope feine Blättchen zeigt (Jahrb. 1870. 782). Er hat einen feinsplittrigen Bruch, und ist härter als Talk. Klaproth unterscheidet einen grünlichen an den Kanten stark durchscheinenden mit 54,5 $\ddot{\text{S}}\text{i}$, 34 $\ddot{\text{A}}\text{l}$, 6,2 $\dot{\text{K}}$, 4 $\dot{\bar{\text{H}}}$, das würde ihn also trotz seiner Serpentinartigen Beschaffenheit ganz vom Talkgeschlecht entfernen, und etwa zur Formel ($\dot{\text{K}}$, $\dot{\bar{\text{H}}}$) $\ddot{\text{A}}\text{l}\ \ddot{\text{S}}\text{i}^2$ führen. Der andere ist röthlich und so stark fettig, daß der Mangel an Talkerde sehr auffällt. Allein es sind Gebirgsarten, und ohnehin läuft in den Sammlungen vieles unter dem Namen Bildstein, was ächte Talke sind. Die Chinesen verfertigen besonders Götzenbilder daraus, die nach Moschus duften, daher glaubte Veltheim (Ueber die Vasa Murrhina 1791) darin das Material jener kostbaren Gefäße pag. 247 entdeckt zu haben. Umgekehrt verhält es sich mit dem

Meerschaum (vielleicht aus dem Natolischen Wort Myrsen entstanden), eine magere fast erdige $\dot{\text{M}}\text{g}\ \ddot{\text{S}}\text{i}\ \dot{\bar{\text{H}}}$, die aber in engster Beziehung mit Magnesit steht: Verwitterungsprodukte, die Formeln widerstreiten. Bei Theben (Jahrb. 1850. 314) kommen sie mit Serpentin als erdige Stücke vor, die innen sogar aus Halbopal bestehen. Er hängt an feuchter Lippe, wie das Melinum von Melos, ist schwer zersprengbar, aber nicht hart, und schwimmend leicht 0,9 Gew. so lange sich die Poren nicht mit Wasser gefüllt haben. Im Kolben brennt er sich schwarz. Kleinasien das Hauptvaterland, wo er 8 Stunden südöstlich Eskischer unterirdisch in 10 m Tiefe gewonnen wird, die Stücke bis zu Fuß-Größe sitzen in einer gelben Erde und lassen sich feucht leicht schneiden. Die berühmten Samischen Gefäße der Römer scheinen schon aus ihm gemacht zu sein. Diese Kunst setzte sich sodann auf die Türken fort, besonders in Beziehung auf Pfeifenköpfe. Zu dem Ende wird die Masse gestoßen, und mit Wasser digerirt läßt man sie in Gruben gähren, wobei sich ein Geruch nach Schwefelwasserstoff entwickelt. Sie kann dann geformt werden. Damit sie aber beim Anrauchen Farbe bekomme, muß man die fertige Waare in Milch,

Leinöl oder Wachs sieden. Ruhla im Thüringer Wald und Lemgo in Westphalen beschäftigen sich besonders mit seiner Fabrikation, wobei die Abfälle immer wieder benutzt werden. Er wird auch künstlich nachgemacht, indem man Stücke von kohlensaurer Magnesia mit Wasserglas tränkt (Dingler Pol. Journ. 147. 394). Der ähnliche Aphrodit (ἀφρός Schaum) von Longsbanshytta $4\,\dot{M}g^3\,\ddot{S}i^2 + 9\,\dot{H}$ ist schwerer, 2,2 Gew.

Speckstein (Steatit). Der weiße welliggeschichtete von Briançon gleicht vollkommen einem dichten Talk. Davon verschieden ist der Englische Seifenstein, der auf Klüften des Serpentins von Cap Lizard sich wie Seife schaben läßt, zur Bereitung des Englischen Porzellans benutzt wird und nach Klaproth (Beitr. V. 24) neben 24,7 $\dot{M}g$ auch 9 $\ddot{A}l$ enthält. Eine solche aber durch Nickel gefärbte Masse ist der schön apfelgrüne Pimelith von Kosemütz. In der Steyermark'schen Braunkohle (Jahrb. 1871. 176) finden sich sogar plastische Thone mit 6,2 $\dot{M}g$. Werner rechnet zum Speckstein auch die sich fett anfühlenden steinmarkartigen Massen aus den alten Zinnsteingängen. Bei Altenberg kommen diese in Afterkrystallen (Prosopit Pogg. Ann. 101. 361) vor, die nach Scheerer die Zusammensetzung normaler Porzellanerde haben sollen, aber aus mikroskopischen Schüppchen bestehen. Descloizeaux (Mém. Inst. de France 1867. XVIII. 190) hat sie genau untersucht. Aeußerlich hält es schwer zwischen ihnen und den Talkerdehaltigen eine scharfe Grenze zu ziehen. In Deutschland trifft man die merkwürdigsten Specksteine in einem Lager zwischen Glimmerschiefer und Granit bei Göpfersgrün, östlich Wunsiedel im Fichtelgebirge (Nauck Pogg. Ann. 75. 129). Schon nach Klaproth enthält er etwa 59,5 $\ddot{S}i$, 30,5 $\dot{M}g$, 5,5 $\dot{H}$, ist daher im wesentlichen kieselsaure Talkerde, obgleich manche Parthieen schon thonigen Bruch und Geruch nebst matter weißer Farbe zeigen. Auf Klüften glänzt jedoch häufig der fette Glanz des Talkes hervor. Durchs Brennen wird er hart, wie die Nürnberger Lava-Brenner (Elsner chem. techn. Mittheil. 1857. V. 188) beweisen, die jetzt allen andern Gasbrennern vorgezogen werden. Besonders interessant in jenem Specksteingebirge sind die Afterkrystalle von Bergkrystall: kleine federdicke quergestreifte Säulen oben mit dihexaedrischer Endung stecken mitten im Speckstein, und springen beim Zerschlagen heraus. Niemals beobachtet man sie in Drusenräumen. Seltener und nicht so auffallend finden sich kleine sattelförmige Rhomboeder vom Aussehen des Braunspathes, oder Oktaeder vom Flußspathe. Ja der grauliche von schwarzen Dendriten durchzogene Speckstein liegt so mitten zwischen Glimmerschiefer, Thonschiefer, Grünstein und Dolomit und frißt denselben so allseitig an, daß das Ganze dem Laien als ein großartiger Faulungsprozeß erscheint, der das Gebirge allmählig ergriff. Schon Steffens (Handb. Oryktognosie. 1811. I. 237) hat dies trefflich dargethan, und Hauy nennt den Hergang mystisch. Der chemische Grund soll nach Bischof darin liegen, daß das Magnesiasilicat unter den alkalischen Erden die schwerlöslichste und schwerzersetzbarste sei. Kohlensäurehaltige Wasser wirken auf Quarz ein, dessen Kieselerde sich mit Magnesiahydrat des Wassers verbindet, und Speckstein

absetzt. Dann wird auch das häufige Vorkommen anderer Specksteinafterkrystalle, wie des Topases auf Zinnsteingängen von Ehrenfriedersdorf, des Spinells vom Fassathale ꝛc. chemisch erklärlich. Am großartigsten zeigen sich jedoch diese Afterbildungen im

Serpentin. Agricola 632 sagt: in Misena non longe ab arce Lautersteina juxta Zeblicium oppidulum effoditur marmor subcinereum, ... hoc nostri appellant *Serpentariam* und hält ihn mit dem Griechischen Ophites Plinius 36. 11 cum sit serpentium maculis simile identisch. Fettigkeit und Milde, ein unkrystallinischer feinsplittriger Bruch, wie beim Hornstein, Durchscheinenheit an den Kanten, allerlei trübe Farben von Gelb, Roth, Grün, Weiß, aber selten einfarbig, sondern geflammt und geadert, daher der alte Vergleich mit einer Schlangenhaut. H = 3, Gew. = 2,6. Werner unterschied **edlen** und **gemeinen**. Grün ist zwar bei beiden Hauptfarbe, allein dieser bildet verunreinigte Felsen, jener dagegen nur beschränkte Gänge und Nester: schneeweiß bei Zöblitz, wachsgelb bei Taraſp, der mit Säure ein wenig braust (Taraspit), zeisiggrün bei Modum; apfelgrün (Williamsit) in Chester-County; dunkelölgrün bis smaragdgrün auf Corsica. Pikrolith bildet dünne Platten, die hart auf Handstücken haften, ein mattes jaspisartiges Ansehen haben, und das Licht polarisiren. Auch dünn geschnittene Serpentinplatten sind wie Chalcedon gegen das Licht nicht indifferent (Websky, Zeitschr. deutsch. geol. Gesch. 1858. X. 277).

Serpentin = $\dot{M}g^9 \dot{H}^6 \dddot{S}i^4 = \dot{M}g^3 \dot{H}^2 \dddot{S}i^2 = \dot{M}g^2 \dddot{S}i + \dot{M}g \dddot{S} + \dot{H}^2$, daher erhält man nach dem Schmelzen bei langsamem Erkalten Olivin und Enstatit, wie im Lherzolith.

Serpentin bildet sehr eigenthümliche isolirte Bergkuppen, die auf der ganzen Erde im krystallinischen Gebirge zerstreut liegen, in den Alpen namentlich in Begleitung von Talk- und Chloritgesteinen vorkommen. Im Serpentinfels von Erbendorf im Fichtelgebirge ist so viel Magneteisen fein vertheilt, daß er wie die Basalttuffe polarischen Magnetismus zeigt; zu Reichenstein in Schlesien bildet Serpentin das Muttergestein vom goldhaltigen Arsenikalkies, ja das Platin im Ural soll in ihm eingesprengt sein. Pyrop in Böhmen hauptsächlich im Serpentin. Zu Zöblitz im Erzgebirge (Schmidt Gesch. Serpentinindustrie 1868) wird er vielfach verarbeitet, früher besonders zu Reibschalen für Apotheken, weil er gegen das Gift wirken sollte, noch Milius behauptete, in Serpentinbrüchen gäbe es nie eine Kröte oder ein anderes giftiges Thier. Der Serpentin von Oran dient noch heute in Paris zu den herrlichsten Ornamenten. Im besondern Grade nehmen die Afterkrystalle des edlen Serpentins von Snarum bei Modum westlich Christiania auf einem Quarzlager im Gneis die Aufmerksamkeit in Anspruch. Daß die Masse des Serpentins als solche nicht zu krystallisiren im Stande sei, scheint so gewiß als beim Speckstein, und doch kommen daselbst unmittelbar unter der Dammerde Afterkrystalle von Armdicke und $1\frac{1}{2}'$ Länge (Tamnau Pogg. Ann. 42. 466) vor, welche genau mit Olivinform stimmen, sogar innen noch unzer-

setzten Olivin haben, wie ich seiner Zeit (Pogg. Ann. 36. 370) nachwies. So viel nun auch anfangs daran gezweifelt wurde, die chemische Untersuchung (Pogg. Ann. 82. 511) bestätigte es. Websky schliff Platten daraus, welche im polarisirten Licht die „pseudomorphe Structur aus allem Zweifel" stellen. Am Monzoniberge im Fassathal kommen sie gleichfalls recht deutlich zuweilen von fast Zollgröße vor, ebenso könnte Dufrénoy's serpentinartiger **Villarsit** (Olivinhydrat) aus den Magneteisengruben von Traversella hier hingehören. Auch auf die grünen milden Afterbildungen, welche sich in Granit eingesprengt finden, muß das Augenmerk gelenkt werden. Aber da Olivin hier nicht zu Hause ist, so wird die Vorstellung eher auf Dichroit geleitet. Uebrigens zeigte schon G. Rose, daß auch Augit, Hornblende, Pyrop &c. in Serpentin übergehen. In New-York liegt die Tilly-Foster Magneteisengrube in Gneusen und Hornblendegesteinen, worin Chlorit, Glimmer, Hornblende, Chondrodit, Kalk, Dolomit, Apatit &c. pure in Serpentin verwandelt sind (Compt. rend. Bd. 80. 231). In Spanien nördlich Gibraltar bedeckt im Rondagebirge ächter Serpentin wohl 16 deutsche Quadratmeilen, worin der Kern noch als frischer Olivinfels beschrieben wird (Jahrb. 1875. 521). Auch der Dunit im Dungebirge von Neuseeland ist felsbildender Olivin, der mit Serpentin in engster Beziehung steht. Wenn die Gewässer mit ihrem Talkerdegehalt so stark auf die Veränderung der Gebirge einwirken können, so verlieren dadurch die Analysen sehr an Bedeutung, man darf wenigstens nicht aus jeder Kleinigkeit ein besonderes Mineral machen. Scheerer (Pogg. Ann. 71. 285) zeigte, daß auf der Eisengrube Aslak bei Arendal sowohl talkartige schuppige als dichte Substanzen, die er Neolith nennt, sich noch aus den Grubenwassern in Spalten des Gebirges bilden. Eine Analyse gab 52,3 $\dot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$, 31,2 $\dot{\mathrm{M}}\mathrm{g}$, 7,3 $\ddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}$, 4 $\dot{\mathrm{H}}$ &c.

Schillernder Asbest (Chrysotil, τίλος Faser) bildet Schnüre im Serpentin, zu Reichenstein in Schlesien wie zu Ilfracombe auf Tasmanien. Namentlich häufig auch in mikroskopischen Schnüren des Eozoon, wo er nicht mit organischer Textur verwechselt werden darf. Die sehr feine Faser steht senkrecht gegen das Salband, ist aber so compact, daß sie einen starken Seidenglanz zeigt, und sogar stellenweis bedeutende Durchscheinenheit besitzt. Bewährte Chemiker behaupten, er habe genau die Zusammensetzung des Serpentins, und der starke Glanz der Faser scheint anzudeuten, daß wir es hier mit wirklichen krystallinischen Anfängen zu thun haben, daher fehlt dann aber auch der Masse das serpentinartige Ansehen. Er polarisirt das Licht (Pogg. Ann. 167. 166), die Faserrichtung bildet die optische Mittellinie. Davon verschieden ist der fasrige Serpentin, wozu er auf Ablösungsflächen große Neigung hat. Metaxit von Reichenstein ist fasrig und keilförmig, vorzüglich am Monte Rosa.

Schillerspath von der Baste (Bastit) bei Harzburg (Epochen der Natur pag. 142), auf den schon Trebra 1783 die Aufmerksamkeit lenkte, und den Apotheker Heyer in Braunschweig benannte (Köhler Pogg. Ann.

11. 192). Grüne glimmerartige Blätter mit einem messingfarbenen Schiller liegen in einem dunkelgrünen serpentinartigen Gestein (Schillerfels) eingesprengt, ja die Blätter werden vielfach vom Schillerfels durchbrochen. Querbruch der Blättchen ohne Glanz und feinsplittrig, gleicht vollkommen dem Muttergestein. Man möchte daraus um so mehr mit Bestimmtheit vermuthen, daß es krystallisirter Schillerfels sei, als auch die Analyse beider sehr nahe die gleichen Bestandtheile gab, $3(\dot{M}g, \dot{F}e)\ddot{S}i + 2(\dot{M}g, \dot{F}e)\dot{H}^2$. Die Formel weicht so wenig von der des Serpentins ab, daß man sie ohne einen wesentlichen Fehler zu begehen für gleich halten könnte. Wenn man aber bedenkt, wie an der Baste der Schillerfels mit den dortigen Gabbrogesteinen in engster Beziehung steht, so gewinnt es auch hier sehr an Wahrscheinlichkeit, daß wir es blos mit einem veränderten Gestein zu thun haben. Streng (Jahrb. 1862. 513) beschrieb sie ausführlich, und meinte nachweisen zu können, daß sie aus „Protobastit" (Augit) durch Aufnahme von Wasser entstanden, zumal da sie noch öfter davon umwachsen sind. Andern Orts kehren ähnliche Erscheinungen wieder. So treten z. B. im Schwarzwalde südlich vom Feldberge in den Umgebungen von Todtmoos viele Schillerfelskuppen mit bronzefarbigem Diallag hervor, manche erinnern durch ihre Härte und Schwärze an den Basalt, auf den Verwitterungsklüften werden sie aber milder, ja bei Altenstein kommt ein kleiner Punkt vor, der wie der mildeste Serpentin von Zöbliz zum Verschleifen eine Zeit lang gewonnen wurde. Auch der apfelgrüne Marmolith von Hoboken (New-Yersey) wird als ein blättriger Serpentin beschrieben, doch zeigen die Blättchen im polarisirten Licht nur „äußerst geringe Reaction krystallinischer Structur". Es gibt übrigens noch ein ganzes Heer von Namen:

Kerolith (Wachsstein) $2\dot{M}g^3\ddot{S}i^2 + 9\dot{H}$ vom Gumberge bei Frankenstein in Schlesien gleicht einem verwitterten Opal, der daselbst vorkommt. Pikrosmin Haidinger (πικρός bitter, ὀσμή Geruch) von der Eisengrube Engelsburg bei Presniz in Böhmen gleicht dem dichten gemeinen grünen Asbest. $2\dot{M}g^3\ddot{S}i^2 + 3\dot{H}$. Haidinger gibt eine blättrige Säule von 126° 52′ und ein blättriges Paar auf die stumpfe Kante aufgesetzt von 117° 49′ an, doch sticht die asbestartige Faser stärker als der Blätterbruch hervor. Pikrophyll von Sala $\dot{M}g^3\ddot{S}i^2 + 2\dot{H}$ gleicht einem dunkelgrünen Salit, aber weich und verändert. Antigorit aus dem Val Antigorio in Piemont könnte auch an den dichten dunkelgrünen Asbest sich anschließen (Pogg. Ann. 49. 595). Hydrophit (Pogg. Ann. 51. 537) eine serpentinartige Bergmasse von Taberg in Smaland, hat einen kleinen Gehalt von Vanadium, und soll etwas wasserreicher als Serpentin sein (daher Wasser-Ophit). Monradit $4(\dot{M}g, \dot{F}e)^3\ddot{S}i^2 + 3\dot{H}$ von Bergensstift, eine feinkörnige Masse, aber H = 6, Gew. 3,27. Gymnit von Baltimore $\dot{M}g\ddot{S}i + \dot{M}g\dot{H}^3$ oraniengelb; gelblichweiß und opalartig glänzend im Fleimserthal. Dermatin $(\dot{M}g, \dot{F}e)^3\ddot{S}i^2 + 6\dot{H}$ aus dem Serpentin von Waldheim in Sachsen steht ihnen nahe. Retinalith mit Wachsglanz im Kalkstein von Grenville in Untercanada, $\dot{M}g^5\dot{H}^4\ddot{S}i^2$.

Spadait $4\,\dot{Mg}\,\ddot{Si} + \dot{Mg}\,\bar{H}^4$ ein mildes röthliches weiches Fossil mit Wollastonit von Capo di Bove bei Rom.

6. **Brucit** Beudant, Native Magnesia (Bruce, American mineralogical Journ. 1814. I. 26). Einen ausgezeichneten blättrigen Bruch, schneeweiß bis farblos, daher anfangs für Gyps gehalten. Optisch einaxig, nach Dana rhomboedrisch mit 82° 15′ in den Endkanten. Hermann's Texalith (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 1861. 82. 368) von Texas in Pennsylvanien wird zwar 2+1gliedrig beschrieben, ist aber auch optisch 1axig, und daher ohne Zweifel das Gleiche, zumal da die Krystalle gern ein unrhomboedrisches Ansehen haben (Hessenberg Senckenb. Naturf. Ges. 1861. IV. 42). Härte = 2, Gew. 2,4, fettig. Vor dem Löthrohr schmilzt er nicht, löst sich aber in Säuren vollkommen, Magnesiahydrat $\dot{Mg}\,\bar{H}$ in 5000 Theilen Wasser löslich mit 70 $\dot{Mg}$, 30 $\bar{H}$, zieht auch wohl etwas Kohlensäure an. Im Serpentin von Hoboken (New-Yersey), zuweilen auch asbestartig zartfasrig (Nemalith), zu Swinaneß auf der Schottischen Insel Unst, Pischminsk bei Beresowsk, im Pfitschergrund in großen Massen von Asbest gegittert (Zepharovich Min.-Lexicon. 76). Durch Aufnahme von Kohlensäure würde Magnesit entstehen. Auf Tilly-Foster Eisengrube Afterkrystalle nach Dolomit. Das künstliche Kalkerdehydrat $\dot{Ca}\,\bar{H}$ scheint damit isomorph zu sein.

Hydrotalkit $\dot{Mg}\,\bar{H}^2$ gelblichweiße krummblättrige sich fettig anfühlende Masse aus dem Serpentin von Snarum hat neben 34 $\bar{H}$ und 39 $\dot{Mg}$ noch 16 $\dddot{Al}$ und 10 $\ddot{C}$. Identisch mit Völknerit von Slatoust (Rammelsberg Pogg. Ann. 97. 296). Periklas von der Somma ist Talkerde ohne Wasser. Der sonderbare Pyrochroit aus der Magneteisengrube von Pajsberg im Filipstader Bergrevier bildet perlmutterglänzende Adern, die dem Brucit ähnlich sind aber 76 Manganoxydul enthalten, $(\dot{Mn}, \dot{Mg})\,\bar{H}$, Pogg. Ann. 122. 181.

7. **Margarit** (Perlglimmer) Fuchs, bei Sterzing am Ausgang des Pfitschthals und Topsham in Maine: ein fast schneeweißer Glimmer vom stärksten Perlmutterglanz in Chlorit eingesprengt. Optisch 2axig mit ausgezeichneten Farben im polarisirten Lichte, härter und spröder als der gewöhnliche Glimmer. Hermann fand 32,5 $\ddot{Si}$, 49,2 $\dddot{Al}$, 1,3 $\dddot{Fe}$, 7,4 $\dot{Ca}$, 3,2 $\dot{Mg}$, 1,7 $\dot{Na}$, 4,9 $\bar{H}$, was etwa zur Formel $(\dot{Ca}, \dot{Mg})^2\,\ddot{Si} + 2\,\dddot{Al}^2\,\ddot{Si} + 2\,\bar{H}$ paßt. Oellacher (Ztschr. deutsch. geol. Ges. XIV. 762) wies in einem solchen von 2,9 Gew. 4,6 $\dot{Ba}$ nach. In ähnlichen weißen Blättchen des Smaragd führenden Glimmerschiefers von Salzburg gibt Sandberger (Jahrb. 1875. 625) sogar 5,7 $\dot{Ba}$ an, was für einen **Barytglimmer** (Oellacherit) spricht, während die meisten andern **Kalkglimmer** mit 14 $\dot{Ca}$ zu sein scheinen. Diphanit aus den Smaragdgruben am Ural scheint das gleiche zu sein, sowie Emerylith im Smirgel von Naxos, Corundellith und Euphyllit mit Corund bei Unionville in Pennsylvanien. Hermann nimmt diese als Typus seiner Margarite, und stellt dazu den

Chloritoid (Chloritspath) von Kosoibrod im Ural, wo er mit Diaspor und Smirgel in krummblättrigen Massen vorkommt, die dem

Chlorit durch ihre dunkelgrüne Farbe zwar sehr gleichen, aber fast Feldspathhärte und ein Gewicht 3,5 haben. 24,5 $\ddot{S}i$, 30,7 $\dddot{A}l$, 17,3 $\dot{F}e$, 3,7 $\dot{M}g$, 6,4 $\dot{H}$. Im Ansehen und Härte gleicht ihm der Sismondin aus dem Granathaltigen Chloritschiefer von St. Marcel in Piemont vollkommen, etwas weniger der dunkel grünlich graue Masonit aus dem Chloritschiefer von Rhode-Island (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 58. 89).

Ottrelit von Ottrez südlich Stavelot (Lüttich) bildet dunkelgrüne glänzende Blättchen von $\frac{1}{2}$ bis 1 Linien Durchmesser, die in zahlloser Menge in einen fettigen aber ganz unkrystallinischen grünlichgrauen Thonschiefer eingesprengt sind. $\dot{H}^3 \dot{F}e^2 \dot{M}n \dddot{A}l^2 \ddot{S}i^4$ (Jahrb. 1869. 341). Der lichte lauchgrüne

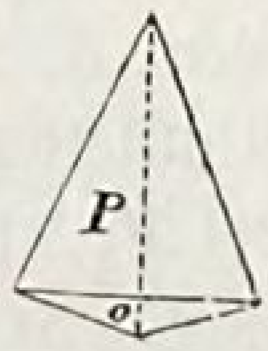
Brandisit vom Monzoniberge, wo er mit grünem Augit und schwarzem Spinell bricht, bildet Drusen von glimmerartigen sechsseitigen Tafeln, die nicht viel über Flußspathhärte haben. $\dot{M}g \ddot{S}i + 2 \dot{M}g^3 \dddot{A}l^2 + \dot{H}$. Sein Aussehen mahnt in jeder Weise an Glimmer. Der röthlichbraune

Seybertit (Clintonit) aus dem Kalkstein im Serpentin von Amity (New-York) hat einen glimmerartigen Bruch, $\dot{M}g \ddot{S}i + \dot{M}g^3 \dddot{A}l^2 + \dot{H}$, die Magnesia durch $\dot{C}a$ und $\dot{F}e$ vertreten. G. Rose's wachsgelber

Xanthophyllit aus dem Talkschiefer von Slatoust mit Magneteisen hat Glashärte und bei seinem glimmerartigen Aussehen nur 16,3 $\ddot{S}i$, 44 $\dddot{A}l$, 19,3 $\dot{M}g$, 13,3 $\dot{C}a$, 4,3 $\dot{H}$, was sehr an den vorigen erinnert. Er hat eine Zeit lang Aufsehen erregt, weil darin mikroskopische Diamanten vermuthet wurden pag. 193.

Melanglimmer nennt Haidinger passend folgende drei:

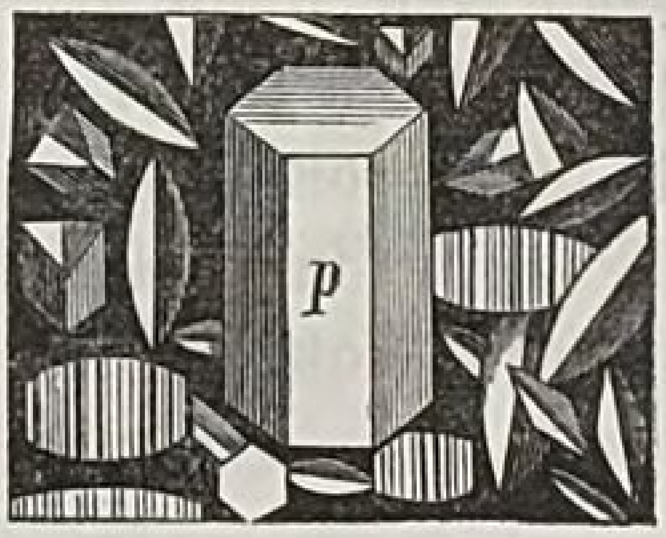
Cronstedtit Steinmann, von dem Silbererzgange Adalbert zu Pzribram in Böhmen. Es sind kleine rabenschwarze Krystalle, die zuweilen nach einem Ende sich rhomboedrisch (P) zuspitzen, während der deutlich blättrige Bruch o zwei Drittheil von der ganzen Rhomboederlänge wegschneidet. Gewöhnlich lagern sie sich excentrisch strahlig oder auf krummer Unterlage in gedrückten Säulen mit deutlichem Glimmerbruch nebeneinander. Härte = 2—3, Gew. 3,3. Sehr eisenreich. Kobell schlug die Formel $\dot{F}e^3 \ddot{S}i + \dddot{F}e^3 \dot{H}$, Janorsky $\dot{F}e^3 \dddot{F}e \ddot{S}i^2 \dot{H}^4$ vor. Wernekink's Sideroschisolith von Conghonas do Campo in Brasilien ist zwar sammtschwarz, aber hat doch noch einen grünen Strich, und soll nach Hausmann von Cronstedtit kaum verschieden sein. Auch der schwärzlichgrüne Strigovit aus dem Granit bei Striegau in Schlesien ist zu vergleichen, Hr. Websky (Ztschr. d. g. Ges. 1873. 392) fand $\dot{H} \dot{R}^2 \dddot{R} \ddot{S}i^2 + \dot{H}^2$.



Stilpnomelan von Glocker wegen seines starken schwarzen Glanzes so genannt. Meist krummblättrig oder strahlig, mit grünlichem Strich. Härte = 3—4, Gew. 3,4. 2 $\dot{F}e^3 \ddot{S}i^2 + \dddot{A}l \ddot{S}i^2 + 6 \dot{H}$. Schmilzt ziemlich leicht. Von Obergrund bei Zuckmantel in Oesterreichisch Schlesien mit Kalkspath in einem Basaltähnlichen Thonschiefer. Auch der olivengrüne Thuringit von Saalfeld könnte wegen seines deutlichen Blätter-

bruchs hierher gestellt werden. Rammelsberg bestimmte ihn chemisch als einen wasserhaltigen Ilvait 3 $\dot{Fe}^3 \ddot{Si} + \ddot{\overline{Fe}}^2 \ddot{Si} + 9 \dot{\overline{H}}$.

Pyrosmalith Hausmann (ὀσμή Geruch, weil es auf Kohle erhitzt einen sauren obgleich nicht sonderlich auffallenden Geruch verbreitet).



Längere reguläre sechsseitige Säulen, deren Geradendfläche fast glimmerartigblättrig. Brooke gibt zwei Dihexaeder über einander an (Pogg. Ann. 42. 588), Leberbraun, Härte 4, Gew. 3. Vor dem Löthrohr brennt er sich schwarz, schmilzt in kleinen Stücken ziemlich leicht zu einer magnetischen Kugel, 35,4 $\ddot{Si}$, 32,6 $\ddot{\overline{Fe}}$, 23 $\ddot{\overline{Mn}}$ 6,5 Wasser und Chlor. Nach Wöhler (Gött. Gelehrt. Anz. 1870. 414) $Fe^2 \overline{Cl}^3 + \ddot{\overline{Fe}} + (\dot{Fe}, \dot{Mn})^{10} \ddot{Si}^{20} + \dot{\overline{H}}^8$. Mit Kalkspath im Magneteisenlager nur auf Bjelkesgrube bei Philipstad in Wermeland (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 1861. 83. 427) in großer Pracht p von kurzen Hornblendezwillingen umlagert.

Nephrit (νεφρός Niere) Nierenstein oder besser vielleicht von einem Nervenstärkenden Stein νευρίς, der bereits in den Lithicis des Orpheus vorkommt. Schon 1627 schrieb H. Clutus in Rostock eine Dissertatio lapidis nephritici. Man theilte ihm viele Heilkräfte zu, besonders auch gegen Hüftweh, daher lapis ischiaticus, pietra ischada, woraus das französische Wort Jade entstand. Freilich vermischte man vieles damit, aber im Allgemeinen wurde darunter ein licht- (Persien) oder dunkelgrüner (Neuseeland) Stein verstanden, der durch sein fettiges Anfühlen wohlthätig auf die Haut wirkte. Er kommt als Gebirgsart vor, und schon deshalb dürfte eine feste chemische Formel nicht zu erwarten sein. Von Ansehen zwar Serpentinartig, aber viel zäher und härter (Feldspath), Gew. 3. Ja in den berühmten Türkischen, zu Siegelsteinen, Säbelgriffen, Amuletten ꝛc. verschliffenen fand Rammelsberg 54,7 $\ddot{Si}$, 26 $\dot{Mg}$, 16 $\dot{Ca}$, 2,1 $\dot{Fe}$, 1,4 $\dot{Mn}$, es sind also Wasserfreie Kalk-Magnesia-Silicate 3 $\dot{Mg} \ddot{Si} + \dot{Ca} \ddot{Si}$. Die Neuseeländer verfertigen sich, wie das durch Forster's Reise um die Welt bekannt wurde, aus einem ähnlichen grünen sehr klangvollen Steine Waffen (Beilsteine), wie unsere Vorfahren aus dem Feuerstein. Tamerlan's Grab in Samarkand ist mit einer dunkelgrünen »Jade oriental« bedeckt. Der Neuseeländische „Punamu", von den jetzigen Maoris so hoch geschätzt, liegt nach Hochstetter (Sitzb. Wien. Akad. 1864) auf der Westseite der Südinsel. Den Chinesischen Yu glaubt Schlaginweit (Sitzb. Münch. Akad. 1873. 236) im Hochgebirge des Kuenlun in verlassenen Brüchen entdeckt zu haben. Die frischen aus der Tiefe waren weicher, als die ausgetrockneten, sie werden dort durch die Gebirgsflüsse in Geschieben nach Ostturkistan gerollt. Geschiebe aus der Berlaja im Sibirischen Sajangebirge stimmen durch ihre fast smaragdgrüne Farbe ganz vortrefflich mit den Neuseeländischen. In Europa ist nur ein einziges Mal zu Schwemsal bei Düben (Provinz Sachsen) ein kopfgroßes Geschiebe in der Alaunerde des Braunkohlengebirges gefunden (Breithaupt, Hndb. Miner. 1847 III. 611). Dagegen entdeckte Herr Desor (Bulletin Soc.

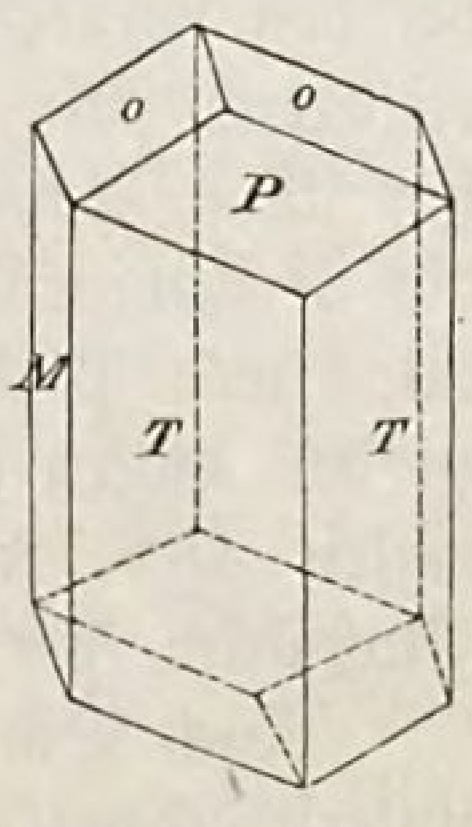
Neuchatel 1863 VI. 300) in den Pfahlbauten von Estayer ein Nephritbeil in ein Hirschhorn geklemmt, sie kamen dann auch bei Meilen vor, nach Farbe und Inhalt den Neuseeländischen ähnlich (Jahrb. 1865. 619). Es hat sich daran die Frage geknüpft, ob dieselben nicht durch Handel eingeführt sein könnten. Sie dürfen übrigens nicht mit **Jadeit** Damour (Cmpt. rend. 1865. Bd. 61 pag. 360) verwechselt werden, der ebenfalls fast smaragdgrün 23 $\dot{\bar{A}}l$ und 13 $\dot{N}a$ enthält, und daher schon in der Alkoholflamme schmilzt, 3,3 Gew., kommt auch aus China. Nach Fischer (Nephrit und Jadeit 1875) scheinen diese Steine die Welt erobert zu haben: die ägyptischen Scarabaeen sollen Jadeit sein, und auf dem Plateau der Cordilleren von Mexiko bis nahe an Peru heran werden Amulette von Chalchihuitl aus Zeiten der Tolteken höher als Gold geschätzt. Auch der Amazonenstein pag. 272 scheint dahin zu gehören, während der grüne Feldspath jetzt Microclin genannt wird. Damour's Chloromelanit ist noch dunkeler und schwerer 3,6, schmilzt aber auch leicht. Die Fundorte von beiden sind noch unbekannt.

IV. Hornblenden.

Alkalien treten zurück, auch die Thonerde spielt nur eine Nebenrolle. Dagegen haben wir gern beide Basen $\dot{M}g$ und $\dot{C}a$ nebeneinander. Hornblende fehlt zwar in den ältern krystallinischen Gesteinen nicht, spielt aber erst in den neuern (Plutonischen und Vulkanischen) ihre Hauptrolle. Geschmolzen lösen sie sich in Salzsäure.

1. Hornblende.

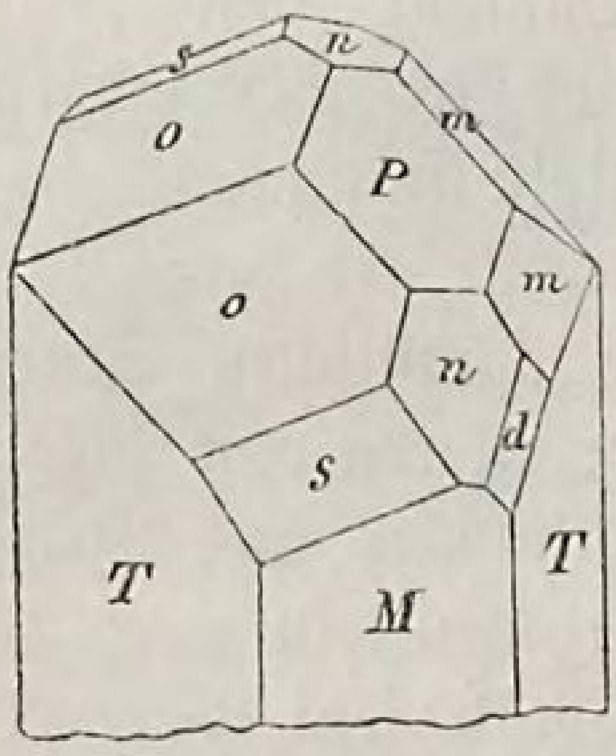
Der Name ist nicht deutsch, sondern Cronstedt (Miner. § 88) nennt ihn zuerst. Er wurde eben von den Schweden mit der Blende verwechselt, wozu die blättrigen Brüche verleiteten (Blende noir luisante R. de l'Isle Essai Crist. 1772. 264). In Deutschland gebrauchte man dafür Hornfels, Schörl, Basalt rc., alle unter Corneus begriffen. Hauy's Amphibol (ἀμφίβολος zweideutig) d. h. mit Turmalin zu verwechseln.



2 + 1 gliedrig mit Feldspathartiger Entwickelung: T = a : b : ∞c bildet eine sehr deutlich blättrige geschobene Säule von 124° 30′. M = b : ∞a : ∞c stumpft ihren scharfen Winkel gerade ab, hat aber nur undeutlichen Blätterbruch und daher auch keinen innern Glanz, wie T. Die Schiefendfläche P = a : c : ∞b ist gerade auf die stumpfe Kante aufgesetzt, und da P/T = 103° 1′, so ist sie 75° 10′ gegen Axe c geneigt. Statt der hintern Gegenfläche findet sich immer das Augitpaar o = a′ : $\frac{1}{2}$b : c von 148° 30′ unter einander, folglich P/o = 145° 23′, und die Kante o/o neigt sich auf der Hinterseite 73° 37′ gegen Axe c.

Schon Torb. Bergman nannte sie Forma schoerlacea, wozu er auch den Granat rechnete.

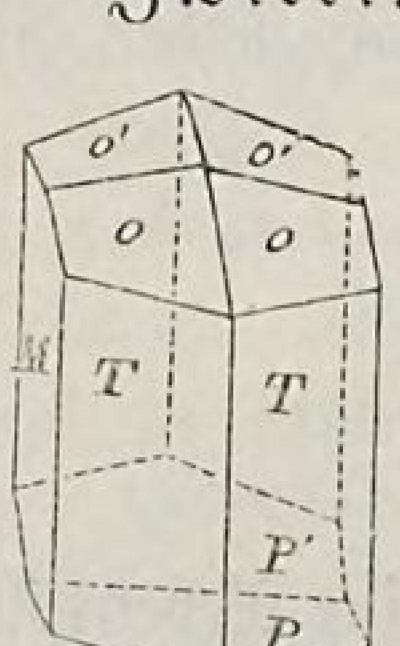
$$a : b : k = 3{,}579 : 6{,}803 : 0{,}052$$
$$lga = 0{,}55378,\ lgb = 0{,}83269,\ lgk = 8{,}71641.$$



Der Axenwinkel A/c beträgt vorn 89° 10′, also neigt sich A dem Feldspath entgegen hinten etwas hinab. Diese einfachen Dodekaide P M T o kommen ausgezeichnet ringsum ausgebildet in den Basalttuffen vor. Daran treten untergeordnet

$n = a : c : \frac{1}{4}b$ in Zone P/M und o/T;
$s = a' : \frac{1}{6}b$ in Zone o/M und n/T;
$m = \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}b$ in Zone P/T und n/T;
$d = \frac{1}{3}a : \frac{1}{6}b$ in Zone m/M und n/T liegend.

Zwillinge nach dem Karlsbader Feldspathgesetz kommen ausgezeichnet vor, die Krystalle haben die Fläche $k = a : \infty b : \infty c$ gemein und liegen umgekehrt. Häufig läßt sich auch nicht die Spur eines einspringenden Winkels, nicht einmal der Zwillingsgrenze entdecken, so daß selbst Hauy (Lehrb. Miner. 1806 III. 82) gegen R. de l'Isle die Hemitropie nicht anerkennen wollte. Allein an einem Ende findet sich ein Paar P und P′, am andern aber ein Oktaeder o o o′ o′. Im letztern sind merkwürdiger Weise alle vier Winkel gleich, also o/o = o′/o = 148° 30′.



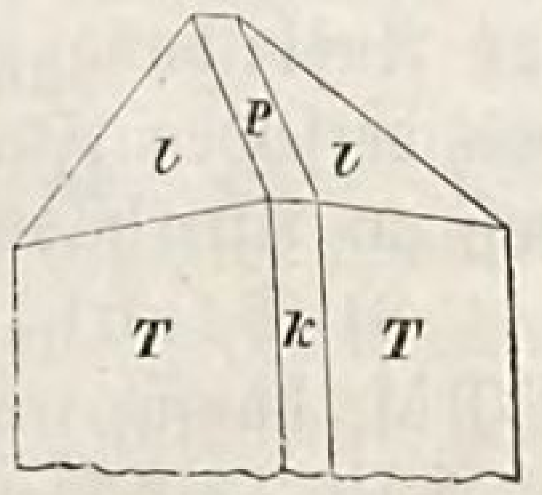
Da es an klaren Hornblenden fehlt, so sind sie optisch schwer zu untersuchen. Doch tritt nach Hrn. Descloizeaux (Ann. mines. 1858. XIV. 49) die optische Mittellinie (+ m) entgegengesetzt als beim Augit hinten zwischen a′ c hinaus, unter 15° gegen c, weicht also von der Mittellinie beim Augit 15° + 38° 54′ ab. Die Ebene der optischen Axe liegt ebenfalls in M. Härte = 5—6, Gew. 2,8—3,2. Schwarze, grüne und weiße Farbe, aber stark dichroitisch pag. 210. Vor dem Löthrohr schmelzen sie nicht sonderlich schwer, die eisenhaltigen jedoch leichter. Man nahm sie bisher als $\frac{3}{4}$ Silicate $\dot{R}^4 \ddot{Si}^3$, worin die Basis hauptsächlich aus $\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Fe}$ besteht. Rammelsberg (Pogg. Ann. 103. 311) will sie dagegen durchaus mit Augit $\dot{R}^3 \ddot{Si}^2 = \dot{R}\ \ddot{Si}$ gleichgestellt wissen. Schwierig läßt sich gerade bei den verbreitetsten eine bedeutende Menge von kalihaltiger Thonerde erklären, mit deren Zunahme die Kieselerde abzunehmen pflegt. Daher hat schon Bonsdorf die Vermuthung geäußert, $\ddot{Al}$ möchte in der Formel die $\ddot{Si}$ isomorph ersetzen, und Rammelsberg spricht geradezu von Bisilicaten und Bialuminaten, $(\dot{R}^3, \ddot{Fe})\ (\ddot{Si}, \ddot{Al})^2$, wobei jedoch das Eisenoxyd zu den Basen gestellt wird. Die neuere Chemie macht jedoch keine Schwierigkeit $\ddot{Al} = \dot{Al}\ \ddot{Al}$ zu setzen. Ziemlich unerwartet kommt ein Gehalt an Flußsäure, der beim Pargasit auf 1,5 Proc. steigt.

Nach dem Vorkommen im Großen kann man vornehmlich dreierlei unterscheiden: 1) im Vulkan- und Basaltgestein; 2) im granitischen Ur-

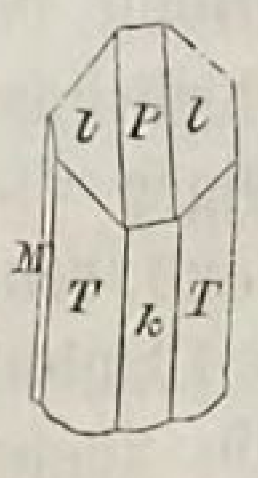
gebirge; 3) im Alpinischen Serpentin und Talkschiefer. Vorzügliche Abänderungen sind etwa folgende:

1) Basaltische Hornblende, pechschwarz, d. h. Lamellen zeigen einen Stich ins Braun, häufig mit gerundeten Kanten (geflossen). Umundum auskrystallisirt bildet das 2 + 1gliedrige Dodekaid gewöhnlich die Hauptform (Amphibol dodécaèdre), und da hieran die drei Endkanten von o o P nicht wesentlich von einander abweichen, so sahe sie Romé de l'Isle noch für rhomboedrischen Schörl an, aber die beiden Blätterbrüche in der sechsseitigen Säule orientiren leicht. Beim Anhauchen zeigen sie einen bittern Thongeruch. Gew. 3,27. Struve fand in denen aus dem Basalttuff von Bilin 40 S̈i, 11 Ċa, 13,5 Ṁg, 13,7 Ḟe, (aber als Oxydul darin enthalten), 17,6 Äl, 1,9 K̇, 1 Ṅa, 1,1 Fl, Klaproth gibt sogar bei einer Fuldaischen 26 Äl an. Es will zu diesen und andern Analysen keine Formel recht passen (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. X. 30). Der Schwäbische Basalttuff bei Eningen, der Klingstein im Höhgau, der Trachyt des Siebengebirges, die vulkanischen Gesteine der Auvergne sind bekannte Fundorte. Am reichsten ist der gelbe Basalttuff von Wolfsberg nordwestlich Mies, am geflossensten die Krystalle von Dockweiler. In den Auswürflingen des Vesuvs und Lacher Sees kommt sie in feinen schwarzen Nadeln vor.

2) Gemeine Hornblende, rabenschwarz, d. h. mit einem Stich ins Grün, die Farbe der Eisenoxydulsalze. Die krystallinische Masse zeigt Neigung zum Fasrigen. Den Säulen fehlt häufig die Abstumpfungsfläche der scharfen Kante (M), statt dessen kommt die der stumpfen $k = a : \infty b : \infty c$ vor, wodurch die Strahlen ein schilfartiges stark längs gestreiftes Ansehen gewinnen. Als Endigung herrscht ein Paar $l = a : c : \frac{1}{2}b$ aus der Diagonalzone von P, welche letztere auch wohl ihre Mediankante von 148° 16′ abstumpft. Krystalle besonders schön bei Arendal. Gar zierlich sind die Tausende kurzer Zwillinge, welche die Pyrosmalithe von Philipstad pag. 304 umlagern, die kurzen Säulen sind durch zahllose Streifen rundlich, stark glänzend, die Zwillingskerben aber absolut matt und ohne sichere Flächengrenze. Die im Urgebirge eingesprengte Hornblende, welche zur Bildung von Syenit, Hornblendeschiefer, Grünstein, grünen Porphyren ꝛc. beiträgt, gehört alle dieser Abänderung an. Höchst eigenthümlich sind die geflossenen Krystalle im Kalkspath von Pargas, einer Inselgruppe südwestlich von Abo in Finnland (Pargasit), ihre Oberfläche erscheint wie ausgehöhlt und angeschmolzen, mit Farbenänderungen vom hellsten bis ins schwarzeste Grün. Auch in Amerika kommen ähnliche Körner vor. Bonsdorf gab darin 45,7 S̈i, 13,8 Ċa, 18,8 Ṁg, 7,3 Ḟe, 12,2 Äl, 1,5 Fl an, ebenso haben sich auch die Vorkommen anderer Gegenden Thonerdehaltig erwiesen, eine gute Formel hat man daher noch nicht aufstellen können. Scheerer (Jahrb. 1856. 352) nimmt zur Theorie des polymeren Isomorphismus Zuflucht.



Uralit nannte G. Rose (Pogg. Ann. 22. 342) die grünlichen Augitkrystalle aus den Augitporphyren (Grünstein) vom Ural. Sie haben die Form des Augits aber den blättrigen Bruch der Hornblende, ja bei dem tartarischen Dorfe Muldakajewsk ohnweit Miask führen die ringsumgebildeten Krystalle noch einen unveränderten Kern von Augit. Rose nahm es anfangs als Beweis, daß Hornblende und Augit identisch seien. Sie



fanden sich darauf bald sehr verbreitet, namentlich auch in großen aufgewachsenen Krystallen von Arendal in Norwegen, die mit Säure aus dem mitbrechenden Kalkspath herausgeätzt zu werden pflegen. Dieselben haben die 8seitige Säule T T k M des Augits, T/T = 87° 6′, endigen aber mit der Schiefendfläche P und dem bei der gemeinen Hornblende so gewöhnlichen Paare l. Die Flächen der Augitsäule spiegeln nicht, dreht man sie aber ein wenig um die Axe c, so tritt aus dem Innern ein lebhaftes Licht heraus, was die Blätterbrüche der Hornblendesäule zwischen k und T anzeigt. Die Unterbrechung des Lichtes deutet vielleicht an, daß die Ausfüllung der Augitform durch lauter kleine einander parallel liegende Hornblendekrystalle geschah, beide Hornblende- und Augitform haben sich genau symmetrisch in einander gefügt. Der Krystall müßte darnach zuerst als Augit gewachsen sein, dessen Atome sich später in Hornblende umlagerten (Paramorphose pag. 181). Dann wären es Afterkrystalle der Hornblende nach Augit. Am einfachsten könnte die Sache freilich scheinen, wenn man sie geradezu für Hornblendekrystalle hielte, an welchen die Augitsäule T T zur Ausbildung gekommen wäre. Doch kommen daselbst zugleich Augite von derselben Farbe vor, welche den Hornblendebruch nicht zeigen. So daß an Afterbildung nicht gezweifelt werden kann.

3) Strahlstein Wr., Actinote Hy. Langstrahlige Säulen mit T T M, häufig tremolithartige Zwillinge, welche meist ohne Ende im Alpinischen Talkschiefer liegen, auffallend spröden Querbruch zeigen, weßhalb Werner die Alpinischen mit ihrer lichtgrünen Farbe und 3fachem Gew. glasigen Strahlstein nannte, im Gegensatz zu den gemeinen excentrischstrahligen auf den Sächsischen Erzgängen (Breitenbrunn und Ehrenfriedersdorf). Werner's körniger Strahlstein ist meist augitisch. Die schöngrüne Farbe rührt von etwas Eisenoxydulsalz her, doch fand Klaproth schon bei den fast smaragdgrünen von Teinach in Steyermark 1 $\dddot{Cr}$. Sie sind entweder ganz frei von Thonerde, oder haben doch nur unbedeutende Menge, daher $\dot{Ca}\,\ddot{Si} + \dot{Mg}^3\,\ddot{Si}^2$. Kupfferit aus Transbaikalien (Jahrb. 1867. 191) von völlig smaragdgrüner Farbe enthält 6 $\dot{Fe}$, 1,2 $\dddot{Cr}$, 0,6 $\dot{Ni}$. Nach Laugier enthält der Zillerthäler 50 $\ddot{Si}$, 19 $\dot{Mg}$, 9,7 $\dot{Ca}$, 11 $\dot{Fe}$, 5 $\dot{Cr}$ (?) 2c. G. Rose (Reise Ural II. 363) schmolz solche, ließ sie langsam erkalten, und bekam dann statt der Hornblende kleine Augitnadeln! Zu ähnlichen Resultaten war Mitscherlich schon mit dem Tremolith gekommen. Da auch diese Krystalle einen kleinen Gehalt an Flußsäure haben, so sind Verluste beim Schmelzen nicht ganz zu vermeiden, doch würde man ein solches Resultat nicht erwarten.

Tremolith nannte Pater Pini die grauen bis schneeweißen, fast gänzlich eisenfreien Strahlen im Dolomit von Campolongo am St. Gotthardt. Pini wollte sie im Tremolathale gefunden haben, was man nicht direct bestreiten kann, wenn sie auch später da nicht wieder gefunden wurden. Buch 1809 (Gesammelte Schrift. II. 69) schrieb es absichtlicher Täuschung der Mineralienhändler zu. Die grauen bilden lange schilfartige Säulen, und wenn man sie quer durchbricht, so nimmt man nicht selten eine Zwillingsgrenze wahr, welche der Axe b entspricht, daher nannte sie Hauy Grammatit. Viele derselben sind hohl und mit Dolomit erfüllt. Die schneeweißen excentrischstrahligen werden zuletzt ganz Asbestartig. Schon Saussure erwähnt ihre Phosphorescenz beim Reiben mit einem Stahl 2c. Sie sind übrigens durch alle Grade mit dem grünfarbigen Strahlstein verbunden. Kokscharowit (Jahrb. 1858. 690) im Bucharischen Lasurstein wird vollständig durchsichtig und farblos, aber er soll optisch zweigliedrig sein, wie der

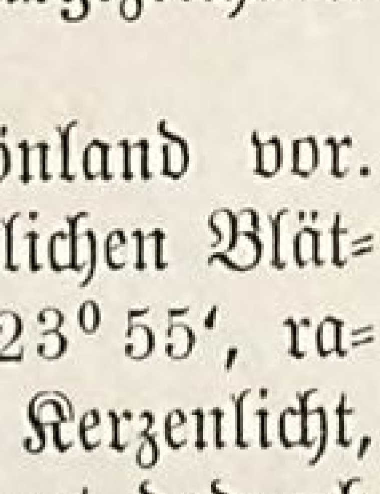
Anthophyllit (Anthophyllum Gewürznelke), nach der nelkenbraunen Farbe genannt, sehr schön mit Kupferkies bei Snarum. Den blättrigen Bruch von $M = b : \infty a : \infty c$ kann man auch noch darstellen. Nicht zu verwechseln mit Broncit. Keine Kalkerde, ein wenig schwerer schmelzbar als Strahlstein, $\dot{F}e\,\ddot{S}i + \dot{M}g^3\,\ddot{S}i^2$, also eine ausgezeichnete Hornblendeformel.

Arfvedsonit Brooke, kommt mit Eudyalit in Grönland vor. Trotz seiner eigenthümlichen Zusammensetzung hat er den deutlichen Blätterbruch der Hornblende, aber die Säule T/T bildet nur 123° 55′, rabenschwarz, H = 6, Gew. 3,44. Schmilzt schon im bloßen Kerzenlicht, enthält $\dot{N}a\,\ddot{S}i + \dot{F}e^3\,\ddot{S}i$ mit 49,3 $\ddot{S}i$, 36 $\dot{F}e$, 8 $\dot{N}a$ 2c., und erinnert dadurch an Akmit. Hausmann gibt ihn auch im Zirkonsyenit von Frederiksvärn und Magneteisensteinlager von Arendal an, wo er mit Hornblende verwechselt wurde.

2. Augit Wr.

Augites Plinius 37. 54, Hauy's Pyroxen (dem Feuer fremd), weil man ihn in jener Zeit auf nassem Wege entstanden dachte. Schon Romé de l'Isle unterschied ihn richtig als Schorl noire en prisme octaèdre II. 398, was auf das Wesen seiner Form deutet.

2 + 1 gliedrig mit hornblendartiger Entwickelung. Eine geschobene Säule $T = a : b : \infty c$ wendet ihren scharfen Winkel 87° 6′ nach vorn, sie ist zwar blättrig, aber viel undeutlicher als bei der Hornblende. Ihre scharfe vordere Kante pflegt immer durch $k = a : \infty b : \infty c$ und ihre stumpfe durch $M = b : \infty a : \infty c$ gerade abgestumpft zu sein, wodurch eine charakteristische achtseitige Säule entsteht, an deren Ende auf der Hinterseite ein Paar $o = a' : c : \frac{1}{2}b$ herrscht, das sich unter 120° 39′ schneidet, wornach Weiß den schief gegen die Axe c geneigten Paaren überhaupt den passenden Namen augitartige Paare (kurz Augitpaare) gab. Die Schief-



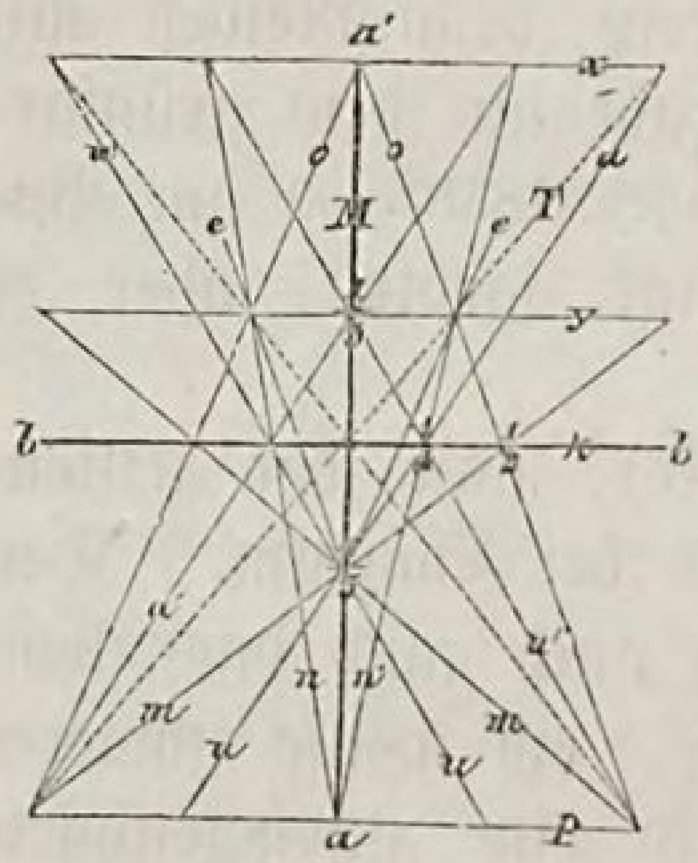
endfläche P = a : c : ∞b macht 74° gegen Axe c, die hintere Gegenfläche x = a' : c : ∞b dagegen 74° 37' gegen c, es muß sich daher die Axe A nicht wie bei der Hornblende hinten, sondern wie beim Feldspath vorn etwas hinab neigen, und A/c vorn 90° 20' machen. Daraus findet sich

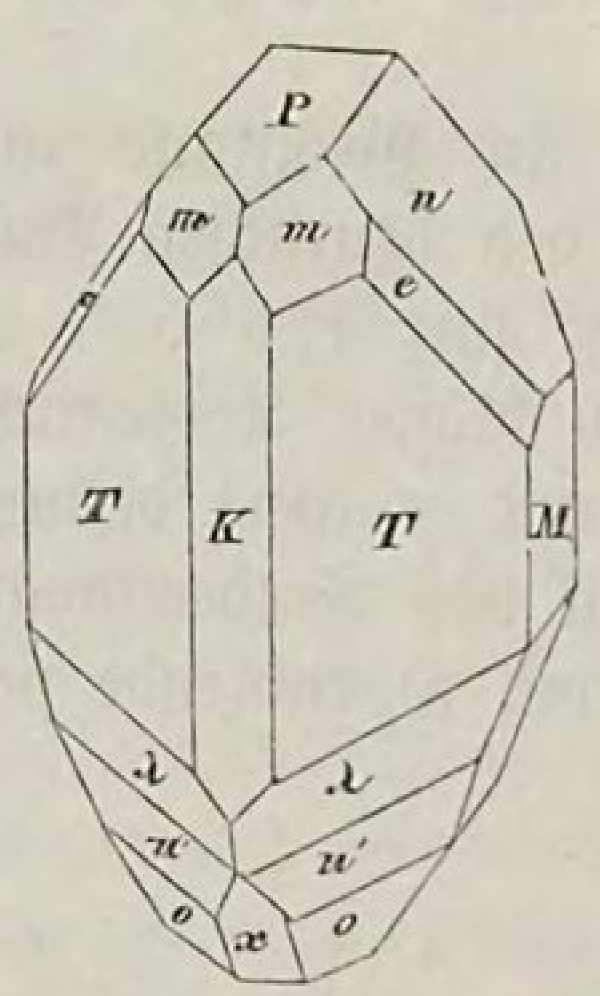
a : b : k = 3,559 : 3,384 : 0,0207

lga = 0,55137, lgb = 0,52938, lgk = 8,31613.

Kokscharow (Materialien IV. 328) fand die Neigung der Schiefendfläche vorn 74° 11' 30" und hinten 74° 30', so daß die Differenz noch nicht 19' betrüge.

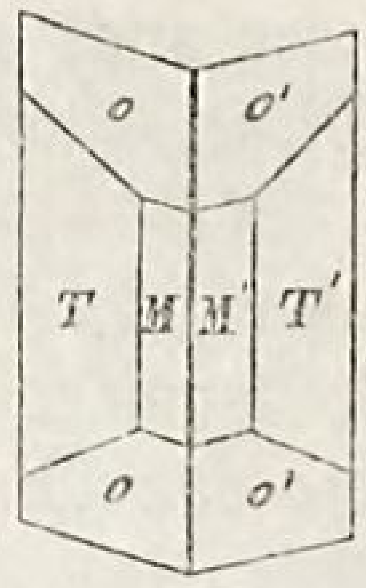
Augit ist an Flächen viel reicher als Hornblende, besonders zeichnen sich der lauchgrüne Fassait aus dem Fassa- und Brossothale und der Diopsid aus. Es herrscht darin die Fläche n = a : c : $\frac{1}{4}$b, 82° 43' über P, in deren Diagonalzone sie fällt. Vorn stumpft m = $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$b : c die Kante P/T ab, m/m 131$\frac{1}{2}$°. Hinten herrscht dagegen außer o das untere Augitpaar u' = $\frac{1}{3}$a' : $\frac{1}{4}$b : c mit 96° 36' in der Mediankante, der zuweilen auch vorn ein Paar u = $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{4}$b : c entsprechen soll, welches die Kante zwischen m und e = $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{6}$b : c abstumpfen würde. Ein noch schärferes Paar auf der Hinterseite bildet λ = $\frac{1}{5}$a' : $\frac{1}{6}$b : c 88° 34'. Diese drei untereinander liegenden Flächenpaare o u' λ sind wichtig für die Orientirung in Hinten, indem ihre Kante mit T die scharfe Säulenkante T/T unter scharfem Winkel schneidet. Selten entspricht der n vorn hinten eine n' = a' : c : $\frac{1}{4}$b. Zuweilen zeigen sich auch undeutliche Anfänge von einer Geradendfläche c = c : ∞a : ∞b. In der Säule stumpft z = a : $\frac{1}{3}$b : ∞c die Kante M/T und z' = $\frac{1}{3}$a : b : ∞c die Kante k/T ab.





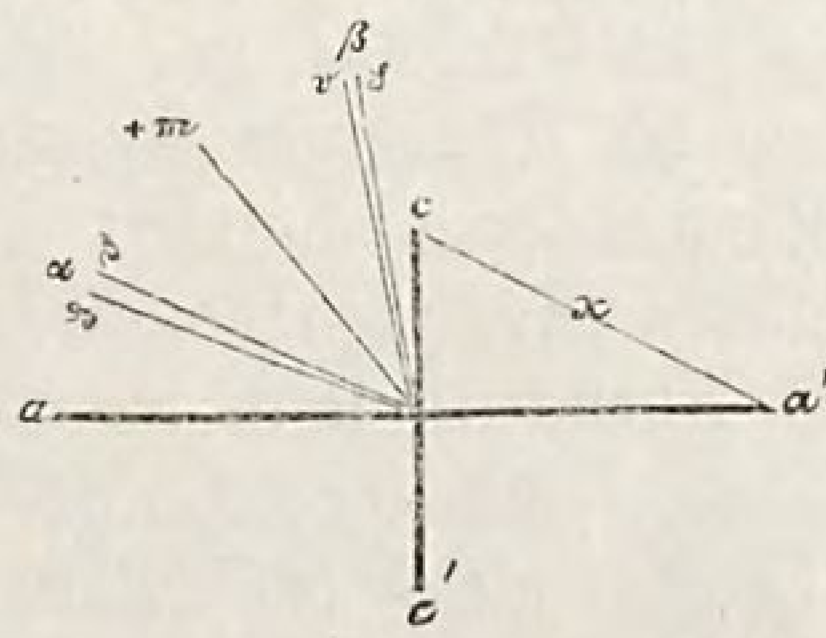
Auch die dreifach schärfere y = $\frac{1}{3}$a' : c : ∞b findet sich zuweilen. Hessenberg (Abh. Senck. Nat. Gesellsch. 1856. II. 173) gibt ein vollständiges Flächenverzeichniß: Geht man nach Naumann von dem 2 + 1gliedrigen Oktaide o o m m aus, so sind die schiefen Axen a : b : c = 1,093 : 0,59 : 1 und vorn a/c = 74° 11'. Hiernach ergibt sich m 111, o 1'11, T 110, P 001, M 010, k 100, c 1'02, x 1'01, n 021, n' 1'21, u 121, u' 2'21, λ 3'31, e 131, z 130, z' 310, y 2'01. Miller 011, 041, 3'01, 210, 120, 221, 4'83, 152. Hessenberg 1'12, 5'53, 3'13, 510, 3'12. Kokscharow ϱ 3'32, β 8'85, λ 3'11, γ 1'51, r 552, ω 331, h 441, α 312, l 241, t 351, x 461. Nach rechtwinklichen Axen zusammengestellt, haben wir: 100, 010, 001; 110, 101, 1'01; 130, 310, 3'01; 1'21, 141, 411, 1'41, 1'10.1; 231, 321, 3'21, 341, 5'41, 251, 361, 541, 5'61, 651, 581, 761, 981, 7.10.1, 9.12.1, 11.16.5.

Zwillinge verdienen besondere Aufmerksamkeit, schon R. de l'Isle



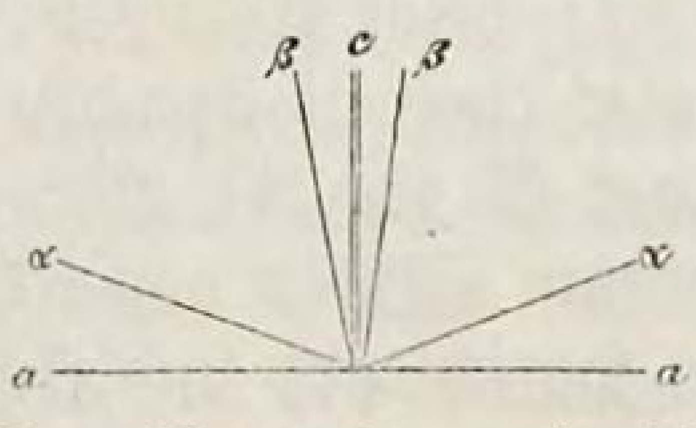
bildete sie vorzüglich ab. Ihre Individuen setzen sich mit $k = a : \infty b : \infty c$ an einander und liegen umgekehrt. Die basaltischen ringsum ausgebildeten zeigen dann an einem Ende einspringende Winkel. Bei den Alpinischen greift nicht selten diese Zwillingsbildung so durch, daß man äußerst vorsichtig in der Deutung der Krystalle des Diopsides und Fassaits sein muß. Die Flächen m o u λ aus der ersten Kantenzone leisten hier durch ihre Winkel an der medianen Säulenkante, die vorn stumpf, hinten scharf sind, die besten Dienste. Die Zwillingsgrenze ist nicht selten so versteckt, daß die Optiker lange dadurch irre geführt wurden. Beim Strahlstein und Tremolith findet man mittelst Schliff sehr deutlich eine Querlinie. Zepharovich (Jahrb. 1871. 61) macht noch auf zwei andere ungewöhnliche aufmerksam: a) Fläche $-P\infty = c : \frac{1}{3}a : \infty b$ gemein und umgekehrt. Sie durchwachsen sich. Es ist das eine unbekannte Fläche, welche die Mediankante von $m = \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}b : c$ abstumpfen würde; b) Fläche $(P2) = c : \frac{1}{2}b : \infty a$ gemein und umgekehrt. Sie bilden ein Knie, oder durchwachsen sich. Auch diese Fläche 0 2 1 ist nicht bekannt, und auf die Seitenkante der Säule gerade aufgesetzt, es müßten daher die Flächen $k = a : \infty b : \infty c$ in beiden Zwillingsindividuen einspiegeln, wenn die Axen rechtwinklich wären. Doch rechnet Zepharovich eine Knickung von 179° 43′ 50″ aus.

Die optischen Axen $\alpha\beta$ liegen in der Axenebene a c, also parallel M und machen unter sich etwa 58° 58′. cf. Tschermak Mineral. Mitth. 1871. 21. Da die Mittellinie (+m) gegen Axe c 38° 54′ neigt, so ist β/c = 38° 54′ — 29° 29′ = 9° 25′, beide optischen Axen $\alpha\beta$ müssen also auf der vordern Seite (nicht auf der hintern) zwischen a und c heraustreten. Heusser (Pogg. Ann. 1854. 91. 497) hat ihre Dispersion genau gemessen. Es gab



α	ϱc . . . 68° 49′ 2″		β	ϱc . . . 9° 41′ 11″	
	vc . . . 68° 6′ 16″			vc . . . 9° 56′ 20″	
	42′ 46″			15′ 9″.	

Die Farben sind daher der Folge nach zwar wie bei 2gliedrigen Krystallen vertheilt, aber in β einander genäherter als in α. Da man nun die Untersuchungen gewöhnlich an Diopsiden des Zillerthales anstellt, welche meist Zwillinge sind, so zeigt eine senkrecht gegen Axe c geschliffene **Platte** vorn dieselben Farbenkreise mit einem schwarzen Streif, wie hinten, was an zweigliedrige Ordnung erinnert. Allein der Geübte merkt schon an dem Mangel von Lemniscaten, daß es Folge vom Zwilling sein muß (Ewald Pogg. Ann. 56. 174): man sieht in diesem Falle die beiden gleichen Axen β, und die von α nicht, da ihr Winkel 136° 46′ beträgt. Durchsichtige Säulen zeigen auf k 100 schon unvorbereitet die beiden andern Bilder von α,

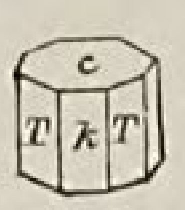


aber auch ohne Lemniscaten. Es liefert das zugleich ein vortreffliches Mittel, Zwillinge zu unterscheiden.

H = 4—6, Gew. 3,2—3,5. Wird durchsichtiger als Hornblende, aber zeigt sonst die gleichen Varietäten. Herrscht auch Grün und Schwarz, so kommen in den Vesuv'schen Auswürflingen doch gelbe bis weiße vor, die von Monticelli für Topas und Prehnit gehalten werden (v. Rath Pogg. Ann. Ergänzb. VI. 337). Mehr Neigung zu körnigen als strahligen Bildungen, wodurch sie sich äußerlich von der Hornblende öfter leicht unterscheiden.

Chemisch läßt sich ein sicherer Unterschied von Hornblende und Augit kaum festsetzen, namentlich gibt es auch Thonerdefreie und Thonerdehaltige Varietäten, Flußsäure konnte jedoch G. Rose darin nicht nachweisen. Da sie aber im Allgemeinen etwas weniger Kieselerde als Hornblende enthalten, so gibt man ihnen wohl die Formel $\dot{R}^3 \ddot{S}i^2 = \dot{R}\ddot{S}i$, worin die Basis vorzüglich in $\dot{C}a$, $\dot{M}g$, $\dot{F}e$ besteht. Nur darf man nicht vergessen, daß diesen hypothetischen Annahmen thatsächlich die Analysen oft durchaus nicht entsprechen (Rammelsberg Pogg. Ann. 83. 458).

Das Vorkommen ist fast nie in Gebirgsarten, die freien Quarz oder mit Kieselerde gesättigte Feldspäthe enthalten, sondern sie bilden vielmehr mit Labrador, Olivin, Leucit, Nephelin rc. Augitporphyr, Gabbro, Basalt, Leucitophyre, Nephelingesteine rc. Noch besonders bemerkenswerth ist ihr Vorkommen in den Hochofenschlacken: die schönsten grauen Krystalle mit Winkeln von ungefähr 87° hat schon Nöggerath von der Olsberger Eisenhütte bei Bigge in Westphalen beschrieben und Rammelsberg analysirt (Pogg. Ann. 74. 108). Auch der schönen lavendelblauen Schlacken von Eisenhütten, die mit Coaks heizen (Neunkirchen bei Saarbrücken), kann man hier erwähnen: in ihren Drusenräumen finden



sich die schönsten achtseitigen Säulen mit Geradendfläche. Obgleich das Matte und Bauchige der Flächen keine genaue Messung zuläßt, so scheint doch der Winkel der Hauptsäule nicht wesentlich vom rechten abzuweichen, deren Kanten gerade abgestumpft werden. Daher hat man die Säule quadratisch genommen und zum Humboldtilit Covelli's gestellt (Gurlt künstl. Mineral. 63), dem auch die Zusammensetzung nicht widerspricht. Nach Bischoff auf dem Mägdesprung (Zeitschr. deutsch. Geol. Gesellschaft. V. 609) bilden sich die Krystalle hauptsächlich bei hitzigem Ofengange. Wenn man dessen glühende Schlacke plötzlich durch kaltes Wasser abkühlt, so entsteht ein leichter zerreiblicher Bimstein; beim Abkühlen auf trockener Unterlage ein durchsichtiges Glas; unter einer schützenden Decke von trockenem Sande obige Krystalle; in einer Grube mit warmem Kohlengestübbe kommt ein feinstrahliges Gefüge, woran Säulen von 87°, 124° und andere Winkel erkennbar waren, was an Hornblende und Augit erinnert. In der Murg bei Freudenstadt finden sich ausgezeichnete strahligfasrige Hochofenschlacken, die mit gewissen Strahlsteinen große äußere Aehnlichkeit haben. Hausmann (Götting. gelehrte Anzeigen. 1856. Nachr. pag. 201) hat solche als Chytophyllit- $\dot{R}(\ddot{S}i, \ddot{A}l)$ und

Chytostilbitschlacken $\dot{R}^4 (\dddot{Si}, \dddot{Al})^3$ unterschieden. Letztere stehen dem Hornblendetypus sehr nahe. Die Analyse der 8seitigen Säulen gab 41,1 $\dddot{Si}$, 10,9 $\dddot{Al}$, 20,6 $\dot{Mn}$, 1,7 $\dot{Fe}$, 23,7 $\dot{Ca}$ (Pogg. Ann. 74. 101). Kleine Augite auf dem Eisenglanz von Plaidt in der Eifel scheinen durch Sublimation entstanden zu sein. Bei den Ausbrüchen des Vesuvs 1822 und 1850 „haben sich Augit- und Hornblendekrystalle durch Dampfexhalationen auf Spalten gleichzeitig gebildet. Diese Neubildungen verbinden, gleich einem Cement, die Bruchstücke der primitiven Laven" (Pogg. Ann. Ergbd. VI. 230).

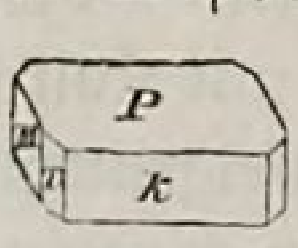
1. Basaltischer Augit (blättriger Augit Wr.) kommt mit der basaltischen Hornblende zusammen in ringsum gebildeten schwarzen Krystallen TMko in Basalttuffen, Laven 2c. sehr ausgezeichnet vor. Am Pferdskopf in der Rhön stecken sie sogar zuweilen mitten in der Hornblende (Jahrb. 1859. 298). Die Bergmasse pflegt leichter zu verwittern, als die Krystalle, und dann kann man letztere in allen vulkanischen Gegenden in großer Menge sammeln. Sie liefern zugleich einen wesentlichen Bestandtheil der Basalte, Mandelsteine und basaltischen Laven selbst. Der Gehalt an Thonerde steigt zwar nicht so hoch als bei der gleichnamigen Hornblende, doch immerhin auf 5—6,6 pC. Sie bilden sich noch ausgezeichnet schön in den heutigen Laven (Epochen der Natur pag. 169), und haben daselbst meist eine grünliche Farbe. Die aus dem Mandelstein des Fassathales zeigen eine Geradendfläche, sonst findet sich außer der 8seitigen Säule als Endigung selten mehr als das Augitpaar o. Diese gehen hier durch Verwitterung ($\ddot{C}$) leicht in grüne Afterkrystalle über, die Brocchi schon 1811 kannte. Interessant die Krystalle im Meteorstein von Juvinas.

2. Gemeiner Augit mit dunkelgrüner bis rabenschwarzer Farbe. Die Zusammensetzung entspricht häufig der Formel $(\dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Fe})\, \dddot{Si}$, dunkele enthalten nicht selten noch etwas Thonerde, wie die körnigen aus den Eisensteingruben von Arendal. Diesen sehr verwandt ist der rabenschwarze Jeffersonit von Sparta in New-Yersey, ein ausgezeichneter Augit, gern schaligblättrig, aber mit 4 $\dot{Zn}$. Dem schwärzlichgrünen Hedenbergit von Tunaberg fehlt die Talkerde, er hat dagegen 28 $\dot{Fe}$, daher auch das hohe Gewicht von 3,5 erklärlich. Gruner hat sogar einen asbestartigen Augit mit 52,2 $\dot{Fe}$ analysirt, was fast genau einen Eisen-Augit $\dot{Fe}\, \dddot{Si}$ von 3,7 Gew. geben würde. Mit dem Lichterwerden der Farbe nimmt der Eisengehalt ab. So enthält der lauchgrüne, körnig abgesonderte Kokkolith Andrada (κόκκος Kern) nach Vauquelin 7 $\dot{Fe}$, Hauy Lehrb. Min. IV. 503. Er bildet in Südschweden Lager mit Kalkspath im Magneteisen. Kudernatsch gibt dagegen in dem dunkelgrünen Fassait neben 4,4 $\dddot{Al}$ 12 $\dot{Fe}$ an, die Zwillinge mit den scharfen hintern Augitpaaren heißen wegen ihres thurmartigen Ansehens Pyrgom. Besonders schön krystallisirt kommen diese bei Traversella in den Piemontesischen Alpen vor, quadratischen Säulen mit scharfen Endigungen gleichend. Die lichtern vom Monzoniberg im Kalkspath mit schwarzem Spinell streifen schon an den Diopsid. Jene viel berühmte Fundstelle (Pogg.

Ann. 128. 44) liegt am Absturz eines 8570′ hohen Berges von Syenit und Hypersthenit, wo auf der Grenze von Kalkstein und Dolomit der Fassait von Granat und Vesuvian begleitet wird, sie stecken wie der Gehlenit, Epidot, Spinell, Brandisit im Kalkspath, von dem sie oft nur mit Salzsäure befreit werden können. Nach dem Kamme zu stellen sich Prehnitkugeln mit Axinit ein. Ebenso der grüne und weiße Baikalit an den Quellen der Sludjenka am Baikalsee. Auch der niedliche nadelförmige Porricin (Ztschr. d. g. Ges. XVIII. 339) in den porösen Laven der Eifel soll hier hingehören.

3. Diopsid $\dot{C}a\,\ddot{S}i + \dot{M}g\,\ddot{S}i$, grün aber klar und durchsichtig, am Monte Rosa fast farblos, obgleich Exemplare zu optischen Versuchen brauchbar nicht zu den gewöhnlichen gehören. Haidinger (Sitzb. Wien. Akad. 1855. XVI) zeigte daran die conische Refraction. Der Hauy'sche Name soll nicht an die Durchsichtigkeit erinnern, sondern kommt von δίς doppelt und ὄψις Ansicht, weil man über die Kernform doppelte Ansicht haben könne. Es pflegt die Oblongsäule k M zu herrschen, während die Säulenflächen T deren Kanten nur schwach abstumpfen, k ist bauchig gestreift. Die matten Schiefendflächen P und x fehlen nie, sind aber klein, die Paare m und u′ dagegen stark ausgedehnt. Mit einem Ende aufgewachsen, welches blasser gefärbt zu sein pflegt, als das freie. Schönste Krystalle mit Granat in Spalten des Serpentins Testa Ciarva (Kahlkopf) der Alp de la Mussa im Piemontesischen Alathale (Quellen der Stura), wo tiefer unten die Vesuviane lagern. Armlange und dicke Säulen im Chlorit vom Schwarzenstein im Zillerthal, wurden früher verschliffen, sind aber jetzt selten geworden. Die Mineralgrube Achmatowsk nordwestlich Mursinsk liefert auf Gängen im Chloritschiefer die prachtvollsten Drusen klarer Krystalle mit Granat und Klinochlor. Sie werden zuletzt ganz weiß, am Vesuv in den Auswürflingen schön gelb (Monatsber. Berl. Akad. 1875. 540). In den Sommablöcken mit meßbaren Glimmern. Geht wie der Strahlstein in Asbest über. Auch als Hüttenproduct aus dem Eisenhochofen zu Gammelbo (Westmanland). Hr. Daubrée bekam sie bei Behandlung des Kaolin mit überheiztem Wasser in kleinen einfachen und Zwillingskrystallen (Etudes sur le Metamorph. 1860. 92). Der smaragdgrüne Lawrowit aus Transbaikalien dankt seine Farbe dem Vanadingehalt, Kokscharow Mater. V. 109.

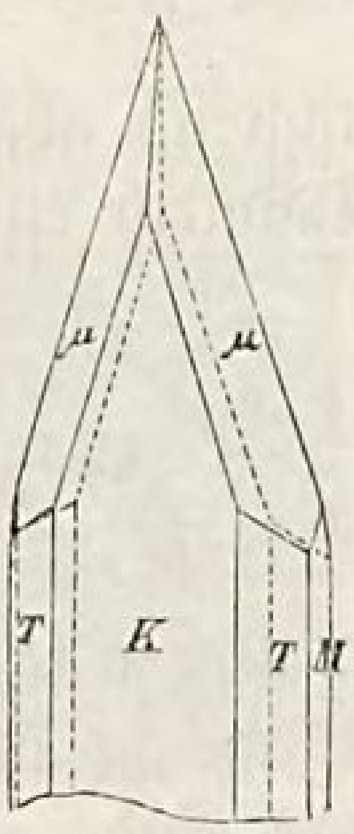
4. Salit (d'Andrada Scheerer Journ. IV. 31) von der Salasilbergrube in Westmanland, berggrüne trübe strahlige Massen von der Zusammen-



setzung des Diopsides, aber in der Oblongsäule ist k = a : ∞b : ∞c entschieden blättrig, und dazu kommt eine noch deutlicher blättrige Schiefendfläche P = a : c : ∞b, welche auf M senkrecht steht, und sich leicht an den Querrissen erkennen läßt. Man hatte daher das Mineral lange mit Feldspath verwechselt, allein da es entschieden weicher ist, so nannte es Abilgaard Malakolith (μάλακος weich). Die blättrige k könnte man sich gefallen lassen, sie führt zum Diallag, aber die blättrige P überrascht, und doch darf man sie wegen

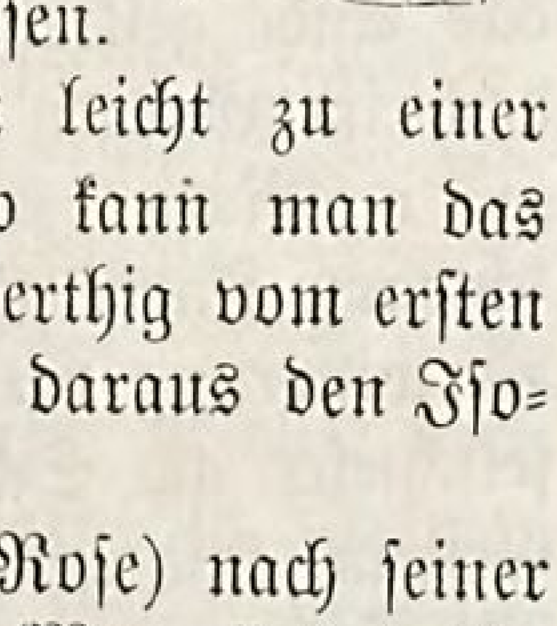
ihres Glanzes kaum für Absonderungsfläche halten. Nicht blos in Schweden, sondern auch die berggrünen Strahlen in der Mussa-Alp (Mussit), am Monte Rosa und von Gefrees im Fichtelgebirge zeigen diesen merkwürdigen Querbruch. Im Riesengebirge (Jahrb. 1875. 755) sollen sie sogar mikroskopische Gemengtheile mehrerer Schiefer bilden.

5. Akmit Berz. (ἀκμή Spitze) wurde von Ström im Quarz bei Eger ohnweit Kongsberg in fußlangen Strahlen eingewachsen gefunden (Pogg. Ann. V. 158), die dort sehr gemein sind. Schon die übermäßig gestreckten 8seitigen Säulen mit ihren Winkeln stimmen vollkommen mit Augit, k breiter als M, am Ende herrscht (außer $o = a' : c : \frac{1}{2}b$) ein sehr scharfes Paar $\mu = \frac{1}{7}a' : \frac{1}{8}b : c$, und die Krystalle vorn wie hinten müssen Zwillinge sein, die Zwillingsgrenze in einer feinen Linie parallel der breiten k im Querbruch leicht verfolgbar. Durch das Zerschlagen des Quarzes bekommt man Endflächen, nach Hrn. v. Rath (Jahrb. 1860. 447) aber nur an einem Ende, das andere scheine aufgewachsen und dann erst vom Quarze umhüllt zu sein. Die bräunlich schwarzen Krystalle haben außen einen starken Flächenglanz, innen sind sie dagegen gänzlich matt, wie stark veränderte Afterkrystalle. Daraus mag sich auch theilweis die von Augit abweichende Zusammensetzung $\dot{N}a\,\ddot{S}i + \dddot{F}e\,\ddot{S}i^2$ erklären lassen.



Berzelius fand 55,2 $\ddot{S}i$, 31,2 $\dddot{F}e$, 10,4 $\dot{N}a$. Schmilzt leicht zu einer magnetischen Perle. Schreiben wir $\dot{N}a\,\ddot{S}i + \dddot{F}e\,\ddot{S}i^3$, so kann man das zweite Glied, wie beim Spodumen pag. 268, als dreiwerthig vom ersten betrachten. Rammelsberg (Ztschr. d. g. Ges. XXI. 113) will daraus den Isomorphismus erklären.

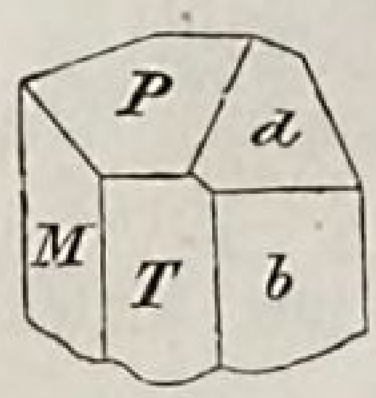
6. Rother Mangankiesel (Rhodonit, ῥόδον Rose) nach seiner Rosenfarbe, übrigens nicht mit $\dot{M}n\,\ddot{C}$ zu verwechseln. Man findet ihn meist in derben feinkörnigen, hornsteinartigen Massen, doch kommt er zu Langbanshytta in Wermeland blättrig im körnigen Eisenglanz vor mit dem Winkel der Augitsäule, auch gab die Analyse von Berzelius $\dot{M}n^3\,\ddot{S}i^2 = \dot{M}n\,\ddot{S}i$. Der von Schabrowa bei Katharinenburg wird zu Gefässen und andern Luxussachen verschliffen; auch hier konnte G. Rose den Säulenwinkel messen. Aber wir dürfen dabei nicht übersehen, daß Ingelströms **Pajsbergit** von der Pajsberger Eisengrube bei Philipstad mit 42 $\dot{M}n$ dieselben blättrigen Brüche, dieselbe rosenrothe Farbe hat, und trotz des Augitwinkels von Dauber (Pogg. Ann. 94. 398) eingliedrig befunden wurde. Nach Kokscharow (Material. IV. 178) haben wir eine rhomboidische Säule $n/a = 106^\circ\,19'$, mit doppelschiefer Endfläche c, die sehr blättrig ist. Der zweite Blätterbruch b stumpft die scharfe Säulenkante ab,



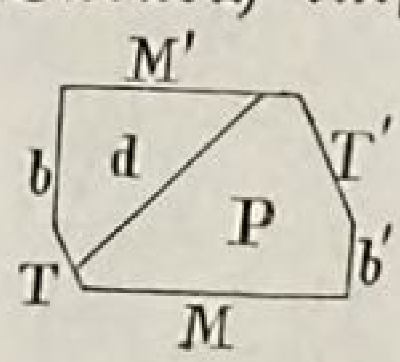
und bildet den genannten Augitwinkel $b/c = 87^\circ\,39'$. Würde man k als hintere Gegenfläche $a' : c : \infty b$ ansehen, so wäre $s = a : \frac{1}{2}b : c$, Winkel $c/k = 148^\circ\,45'$. Der rosenrothe **Fowlerit** mit schwarzem Franklinit und

gelbem Polyadelphit (Granat) ist mit geflossener Oberfläche nach Art des Pargasit in Kalkspath eingesprengt, aber schon die zwei ungleich blättrigen Brüche mit dem Augitwinkel verrathen ihn als hierhin gehörig. Der röthlich graue Bustamit von Mexico hat viel Kalk $2\,\dot{M}n\,\ddot{S}i + \dot{C}a\,\ddot{S}$, am Berge Civillina bei Vicenza gleichen sie excentrisch strahliger Hornblende. Auch der

Babingtonit Levy (Pogg. Ann. 5. 159) von Arendal gleicht einer



rabenschwarzen Hornblende, an der Oberfläche aber glänzend wie schwarzer Turmalin, H = 6, Gew. 3,4, ist jedoch eingliedrig wie die vorigen: eine Säule M/T bildet etwa 112° 30′, den Blätterbruch von T kann man in Splittern darstellen. Die scharfe Kante wird durch b sehr ungleich abgestumpft, so daß b mit dem Blätterbruch T etwa 155° bildet. Dadurch entstände dann in der Säule der Augitwinkel M/b′ = 87° 30′,



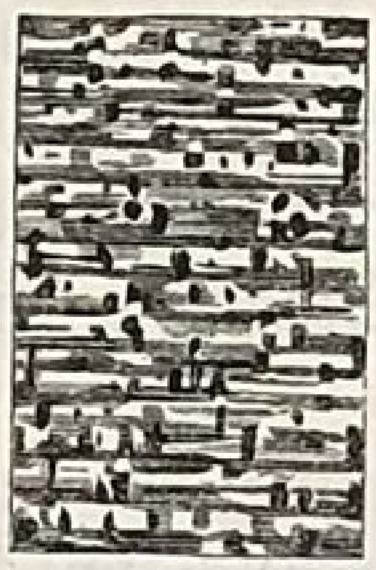
wie die **Horizontalprojection** zeigt. Trotz der kleinen Krystalle hält es nicht schwer, sich ohne Messung zurecht zu finden, zumal da sie leicht nach dem deutlichen Blätterbruch P wegspringen, der ziemlich rechtwinklich gegen die Säule zu stehen scheint, P/M $92\frac{1}{2}$°. Sodann fehlt selten die einseitige Endfläche d, welche mit P den stumpfen Winkel $150\frac{1}{2}$° macht, nach ihrer Kante ist das Ende gestreift. Wenn auch die Winkel ein wenig abweichen, so findet doch im Ganzen erfreuliche Uebereinstimmung statt, wie auch neuerlich H. v. Rath (Pogg. Ann. Ergänzb. V. 420) nachgewiesen hat. Schon die schwarze Farbe läßt vermuthen, daß $\dot{M}n$ ganz fehle, $\dot{C}a^9\,\dot{F}e\,\ddot{S}i^{12}$. Durch Verwitterung verlieren auch die rothen ihre Farbe, und bilden im Kieselschiefer am Schebenholze bei Elbingerode ein schwarzes, grünes, rothes Gestein, fast mit Jaspisbruch, woraus man sogar gewagt hat, verschiedene Mineralspecies zu machen. Die Schwärze entsteht offenbar durch Oxydation des Mangans, wie beim Klipsteinit Jahrb. 1866. 354. Der Cummingtonit von Massachusets 3,4 Gew. ist theils strahlige Hornblende, theils Rhodonit. Der rabenschwarze Aegirin (nach einem skandinavischen Meergotte) bricht mit Elaeolith im Zirkonsyenit der äußersten Klippe (Lamö) des Brevig-Fiords. Er hat Natron, aber die 8seitige Säule des Augits, dem er auch vor dem Löthrohre gleicht. Nach Rammelsberg $(\dot{C}a, \dot{N}a, \dot{F}e)\,\ddot{S}i + \ddot{F}e\,\ddot{S}i^3$. Der rothbraune Schefferit scheint sich optisch wie Diopsid zu verhalten, Descloizeaux Mém. Inst. franc. XVIII. 167.

3. Blätteraugite,

woran k = a : ∞b : ∞c blättriger ist als die Säule T = a : b : ∞c. Optisch erweisen sie sich 2gliedrig. Man hat mehrere Varietäten unterschieden. Sie spielen in den Gabbrogesteinen eine auffallende Rolle, stets in Verbindung mit Labrador. Dahin gehören besonders folgende drei:

Hypersthen Hauy (ὑπέρ über, σθένος Kraft), weil er sich durch stärkern Glanz und stärkere Härte von Hornblende unterscheiden sollte,

wozu ihn Werner (labradorische Hornblende) stellte. Als Hauy den Unterschied von Hornblende nachgewiesen hatte, nannte ihn Werner Paulit von der St. Paulsinsel bei Labrador, von wo er damals einzig und allein bekannt wurde und zwar in Begleitung des prachtvoll farbespielenden Labrador's, welches Gestein den Namen Hypersthenfels führt (Pogg. Ann. 34. 10). Der deutliche Blätterbruch k zeigt einen halbmetallischen ins Kupferroth spiegelnden Schiller nach einseitiger Richtung; senkrecht dagegen steht der fasrige Bruch M = b : ∞a : ∞c. Versteckt liegen die Brüche der Augitischen Säule T/T = 88°. Nach Descloizeaux verhält er sich optisch zweigliedrig, und zwar liegt die Ebene der optischen Axen nicht wie bei Augit in ac, sondern in bc (petite diagonale) parallel dem Blätterbruch k. Freilich läßt sich das mit dem einseitigen Schiller (Nebelbild), der nach Dr. Kosmann (Jahrb. 1871 pag. 502) von eingelagerten Brookittäfelchen herrühren soll, nicht in Einklang bringen. Die Bilder sind charakteristisch, und schon mit der Lupe in dünnen Längsschliffen zu sehen: zahllose Oblongtäfelchen liegen längs der Faser, und ändern sich im polarisirten Lichte nicht, können daher nicht Brookit sein, quer dagegen schmale dunkele Täfelchen, und außerdem noch schwarze Flecke. Braune Farbe gewöhnlich, dichroitisch. Härte 6, Gew. 3,4. Vor dem Löthrohr schmilzt er schwer, $\dot{M}g\,\ddot{S}i + \dot{F}e\,\ddot{S}i$. Verwächst gern mit Hornblende und enthält meist Titaneisen. Außer der St. Paulsinsel ist der Hypersthenfels von Elfdalen berühmt, welcher verschliffen wird, Nadeln von Apatit und Olivin enthält. Prachtvoll sind die großen Blätter von Volpersdorf bei Neurode in Schlesien, der von Penig in Sachsen neigt schon zum krummblättrigen, ist aber noch Kupferroth, im Gestein von Le Prese (Veltlin) ist er bereits so blättrig, daß diesen G. Rose schon zum Diallag im engern Sinn stellte, obgleich die braune Farbe stark an Hypersthen erinnert. Harz, Hebriden, Amerika.



Bronzit (Klaproth Beitr. V. 32) aus dem Serpentin von Kraubat in Steiermark, und später noch ausgezeichneter von Kupferberg auf dem Fichtelgebirge, in den Olivinmassen am Stempel bei Marburg 2c. Nach seiner lichten tombakbraunen Farbe genannt; da diese ins Nelkenbraune geht, so nannte ihn Werner blättrigen Anthophyllit. Die Fläche k bildet zwar noch den deutlichsten unter den Blätterbrüchen, allein sie ist eigenthümlich krummflächig und fasrig, daher zeigt sich auch bei der Bewegung ein innerer Lichtschein, Gew. 3,27. Er steht an der Grenze der Schmelzbarkeit, aber da man von ihm leicht die feinsten Fasern spalten kann, so läßt sich an dieselben ein Köpfchen schmelzen. $3\,\dot{M}g\,\ddot{S}i + \dot{F}e\,\ddot{S}i$, doch wechselt der Eisengehalt. Im Serpentin von Kupferberg wird er durch Verwitterung so weich wie Talk (Phästin), fühlt sich auch fettig an, ohne Lichtschein und Faserstructur aufzugeben. Eine eigenthümliche Veränderung! Bronzite spielen in den Meteoreisen neben Olivin eine besondere Rolle (Monatsb. Berl. Akad. 1870. 447). Im Meteoreisen von Breitenbach bilden sie sogar, wie Olivin und Asmanit, runde Kugeln mit

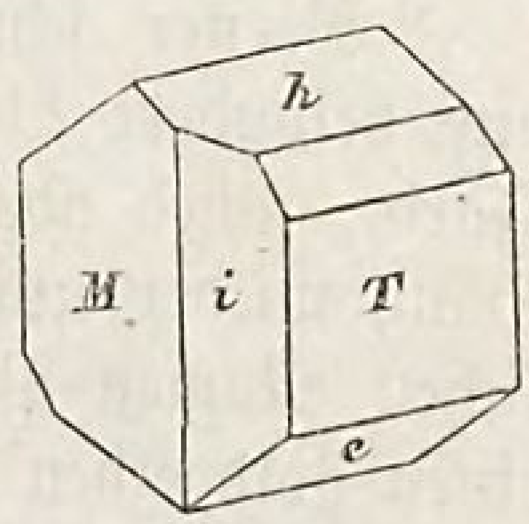
Facetten, bislang die einzigen bekannten Krystalle. Ja der 4 ℔ schwere Meteorit 17. Juni 1870 von Ibbenbühren in Westphalen hat 26 $\dot{Mg}$, 17 $\dot{Fe}$ (Monatsb. Berl. Akad. 1872. 34) in der grauen Grundmasse, und besteht darnach ganz aus Bronzit. Beim Kloster Laach kommen in den Bomben kleine braune flächenreiche Krystalle vor mit den Winkeln des Augits T/T = 88° 20′, o/o = 121° 8′, aber zweigliedrig mit 25 $\dot{Fe}$, 18 $\dot{Mg}$ (Pogg. Ann. 138, 533), Hr. v. Rath nannte sie daher Amblystegit (ἀμβλύς stumpf, στέγη Dach), sie gehören ebenfalls einem eisenreichen Bronzit (Pogg. Ann. 139. 319). Gänzlich eisenfrei ist dagegen

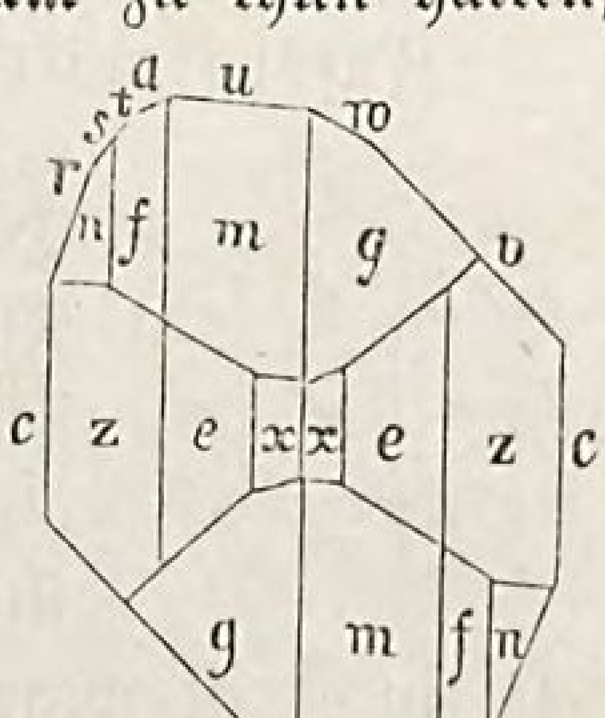
Enstatit (ἐνστάτης Gegner) vom Berge Zdjar bei Aloisthal in Mähren in einem grünen thonerdehaltigen „Pseudophit" (Sitzb. Wien. Akad. XVI. 162), wegen seiner Unschmelzbarkeit so genannt, die vom gänzlichen Eisenmangel herrührt, $\dot{Mg}\ddot{Si}$ mit 39 $\dot{Mg}$. Grau, Härte 5—6, Gew. 3,2. Der Protobastit (Jahrb. 1862. 526) im Schillerfels der Baste am Harze scheint davon nicht verschieden. Ueber die Blätterbrüche sind die Schriftsteller nicht einig, es ist schwer zu entscheiden, ob man T/T oder k für deutlicher halten soll. Den asbestartigen Grunerit könnte man der Magnesia entgegen für einen reinen Eisenaugit $\dot{Fe}\ddot{Si}$ halten.

Diallag Hauy (διαλλαγή Veränderung), eine sehr gesuchte Benennung, die auf die Ungleichheit der Blätterbrüche anspielen soll. Hauptsächlich mit Labrador in der Gabbro. Der blättrige Bruch k = a : ∞b : ∞c wird so ausgezeichnet, daß er häufig an Glimmer erinnert, der Säulenbruch T nicht mehr erkennbar, aber nach M = b : ∞a : ∞c springt er fasrig weg. Gern grüne Farbe, H = 4—5, Gew. 3,2—3,4. Vor dem Löthrohr schmilzt er leichter als Bronzit, aber schwerer als Augit. Man gibt ihm die Formel des Augits (3 $\dot{Mg}$ + 2 $\dot{Ca}$ + $\dot{Fe}$) $\ddot{Si}$, obgleich der Winkel der Säule noch nicht nachgewiesen wurde. Es ist hier auch Schillerspath pag. 300, der aus Protobastit entstanden sein soll, zu vergleichen. Die Ebene der optischen Axen (Websky, Ztschr. d. g. Ges. XVI. 531) liegt entgegen den Bronziten wieder senkrecht gegen den Blätterbruch, also in der Medianebene, man darf nur ein Blättchen abspalten, so gibt das im Polarisationsmikroskop ein Ringsystem. Als Normalspecies sieht man den bronzefarbigen von Le Prese an, kleinblättriger sind die berggrünen von der Baste im Harzburger Forst, am Rande mit nelkenbrauner Hornblende verwachsen (Pogg. Ann. 13. 101). Die grünen sind meist verdächtig, denn gerade die schönsten fast smaragdgrünen im Saussurit von Turin und Corsica (Saussure's Smaragdit) sollen nach Haidinger Gemische von Hornblende und Augit sein (Gilbert's Ann. 1823, Band 75. 365). Beide nicht selten mit einander so verwachsen, daß ihre Axen a b c respective zusammenfallen. Es erinnert an die Afterbildung des Uralits pag. 308 und ist um so merkwürdiger, da sich solche Verwachsungen bei der ganzen Diallaggruppe wiederholen. Gewöhnlich dringt die Hornblende in etwas anderer Farbe vom Rande her ein. Werner's Omphacit (ὄμφαξ unreife Traube) nach der grünen Farbe genannt, kommt körnig in Begleitung von rothem Granat und blauem

Cyanit besonders schön bei Hof im Fichtelgebirge und am Bacher in Unter-Steyermark vor. Auch hier ist Hornblende mit Augit unregelmäßig durcheinander gemischt. Am Bacher soll das zum Smaragdgrünen sich neigende Fossil Augit und das braunere Hornblende sein.

Wollastonit Hauy (Breislak Geologie, deutsch. III. 260). Schon 1793 nannte ihn Stütz am Wiener Museum in den blauen Kalken mit braunen Granaten und Buntkupfererz von Czikłowa Tafelspath, Werner Schalstein und Klaproth (Beitr. III. 289) lieferte die Analyse, welche auf Ċa S̈i also augitische Zusammensetzung führte, allein das Krystallsystem kann damit nicht in Uebereinstimmung gebracht werden, es ist, wie beim Epidot, gewendet 2 + 1gliedrig: die schneeweißen Strahlen von Finnland und dem Banat zeigen 4blättrige Brüche, denen auch nicht selten sehr deutliche Krystallflächen entsprechen, die beiden deutlichsten aber einander ungleichen M/T schneiden sich nach Phillips unter 95° 20′, nach der deutlicher blättrigen T werden die Massen breitstrahlig; ein dritter i stumpft die stumpfe Säulenkante ungleich ab, i/T = 135° 30′ und i/M = 139° 45′; selbst ein 4ter, welcher die scharfe Säulenkante von 84° 40′ abstumpft, schimmert öfter deutlich. Später maß Brooke (Pogg. Ann. 23. 363) einen Krystall aus den Auswürflingen des Vesuvs, der ebenfalls 4 Blätterbrüche in einer Zone hatte, und wozu das Gegenstück im Museum von Neapel zu liegen scheint (Pogg. Ann. 138. 486), so daß wir es mit einem **Unicum** zu thun hätten, was die bisherige Unsicherheit über die Form zur Genüge entschuldigt. Nach Hrn. vom Rath haben diese kleinen aber glänzenden Krystalle a : b : c = 1,053 : 1 : 0,9677, Axe a neigt sich vorn hinab, und bildet a/c = α = 95° 29′ 49″. Wir haben hier also offenbar den Phillipschen Winkel M/T, der nur um 10′ abweicht, und damit die gewendete 2 + 1gliedrige Stellung: die Säule e = a : b : ∞c macht vorn den Augitwinkel e/e = 87° 18′. Es liegen in der Säulenzone noch x 120, z 320, c 100; vor der Endfläche u 001 folgen in der Verticalzone vorn, v 101 und w 102, hinten t 1′01, a 1′02, s 2′01, r 3′01. Endlich die Augitpaare g 101, m 1′22, f 1′11, n 3′22. Bei den Krystallen von Capo di Bove liegen die optischen Axen in der Symmetrieebene, daher kann die Deutung von Rammelsberg (Pogg. Ann. 103. 282) nicht richtig sein. Vergleiche auch Kobell (Münch. Gelehrt. Anz. 1843. II. 948) über den serpentinartigen Spadait von Capo di Bove.





Härte 4—5, Gew. 2,8. Weiße bis schneeweiße Farbe, durch Kratzen mit einem Messer und Erwärmen phosphorescirend. Sehr brüchig.

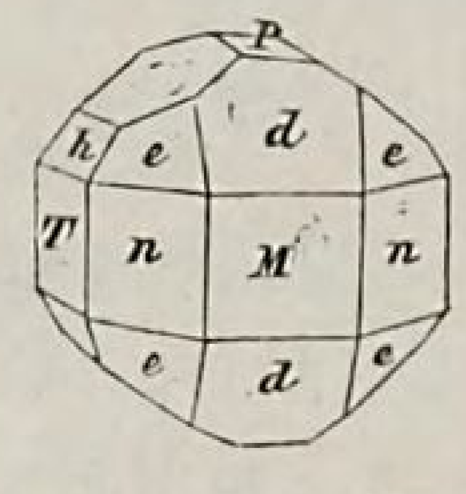
Vor dem Löthrohr schmilzt er ziemlich schwer zu einer klaren Perle, zeigt dabei eine von Kalk herrührende schwache rothe Färbung der Flamme. Salzsäure zerlegt ihn und bildet eine Gallerte; dagegen ist das geschmolzene Glas unlöslich. 51,4 S̈i, 47,4 Ċa. Im körnigen Kalkspath im

Banat und in Finnland (Perheniemi). Bei Auerbach an der Bergstraße im späthigen Kalke mit Granat. Verschieden davon ist das Vorkommen im Mandelstein von Dumbarton, in der Lava von Capo di Bove, in den Auswürflingen des Vesuvs von Granat und Leucit begleitet. Eigenthümlich die dendritischen Ablagerungen im Kalkstein von Berggießhübel. Knollen finden wir in den neuesten Laven von Santorin mit 8 Äl, die als Ȧl Äl gedeutet wird (Fouqué, Compt. rend. 80. 631). Als Seltenheit in den Basalttuffen der rauhen Alp mal zufällig vorgekommen, die wahrscheinlich von gebrannten Kalkeinschlüssen herrühren.

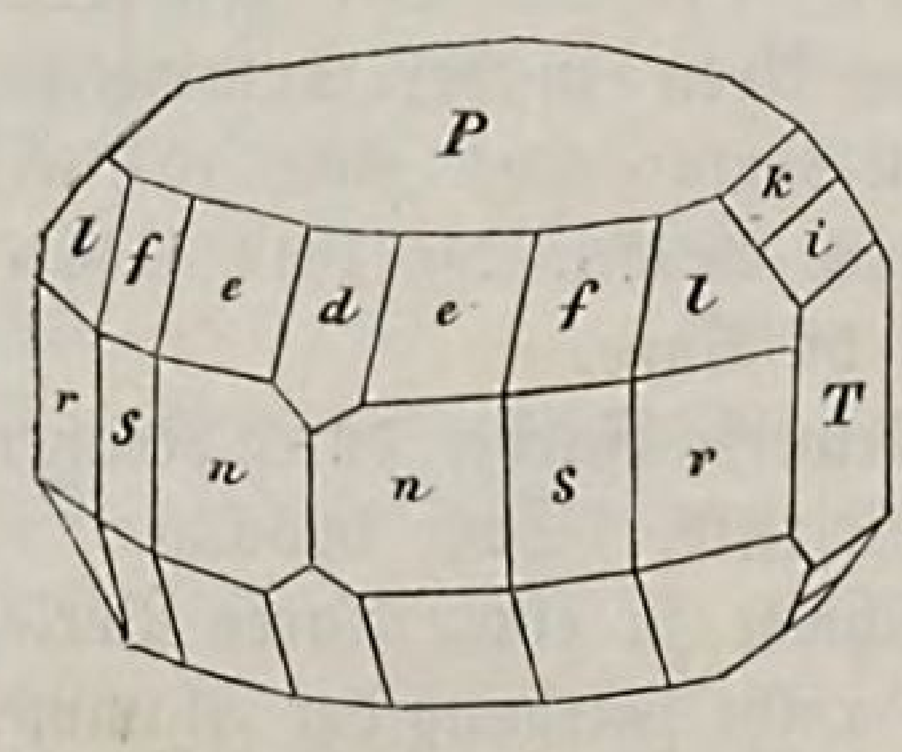
4. Olivin.

Werner schrieb 1790 im Bergmännischen Journal III. 2 pag. 54 eine besondere Abhandlung darüber, und hieß ihn nach seiner olivengrünen Farbe, schied aber den edlen Olivin als Chrysolith ab, doch vereinigte sie Hauy wieder unter dem in Frankreich bei den Steinschleifern gebräuchlichen Namen Peridot. Chrysolithus beschreibt Plinius 37. 42 als einen goldgelben Stein (aureo fulgore), daher nimmt es Wunder, daß die Mineralogen vor Werner alle harten durchsichtigen gelblichgrünen Steine, wie Olivin, Turmalin, Chrysoberyll, Beryll, Prehnit, Apatit, Zirkon, Flußspath ꝛc. darunter begriffen, während derselbe besser auf die gelbe Farbe des Topases gepaßt hätte. Man scheint hauptsächlich durch Wallerius' Mineralogie in diesen Fehler gefallen zu sein.

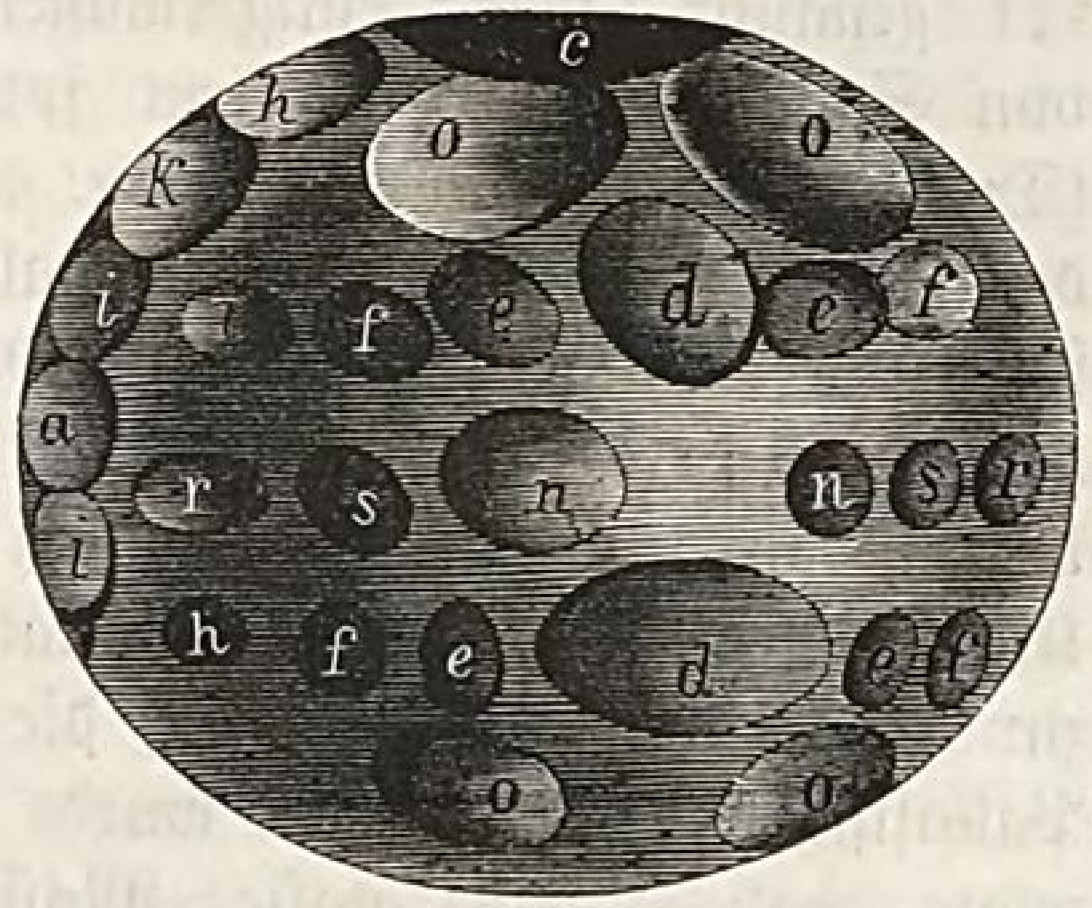
Zweigliedriges Krystallsystem: eine geschobene Säule n = a : b : ∞c bildet vorn den stumpfen Winkel von 130° 2′. Dieselbe wird aber meist tafelartig durch die längsgestreifte Fläche M = a : ∞b : ∞c. Die matte T = b : ∞a : ∞c ist nur sehr versteckt blättrig. Die Geradendfläche P = c : ∞a : ∞b gewinnt selten an Ausdehnung. Ein auf die stumpfe Säulenkante aufgesetztes Paar d = a : c : ∞b 76° 54′ (in c) ist wegen des starken Glanzes leicht meßbar. Aus den Winkeln von n/n und d/d ergibt sich



$$a : b = 0{,}794 : 1{,}704 = \sqrt{0{,}6304} : \sqrt{2{,}908},$$
$$\lg a = 9{,}89983, \quad \lg b = 0{,}23148.$$



Die glänzenden Oktaederflächen e = a : b : c mit 139° 54′ in den vordern Endkanten fehlen selten, ihre seitliche Endkante wird durch die rauhen h = b : c : ∞a gerade abgestumpft, die sich unter 119° 12′ schneiden; rauh ist ferner k = ½b : c : ∞a 80° 53′, da nun auch in derselben Zone P und T matt war, so kann man sich darnach leicht in die Stellung der Krystalle finden. Schöne deutliche Formen gehören übrigens zu den Seltenheiten, um so mehr überraschte es, als G. Rose (Pogg. Ann. 4. 185) aus dem **Pallasischen Meteor-**



eisen, worin schon Chladni 1794 Olivin nennt, die flächenreichsten Krystalle beschrieb, welche außer nPT, d, e, k noch $i = \frac{1}{4}b : \infty a : c$, $f = a : c : \frac{1}{2}b$, $l = a : c : \frac{1}{3}b$, $s = a : \frac{1}{2}b : \infty c$ und $r = a : \frac{1}{3}b : \infty c$ hatten. Sonderbarer Weise sind aber die meisten Krystalle gerundet, so daß sich die Facetten nicht schneiden, wie es Kokscharow (Material. V. Tab. 76 Fig. 8) treu darstellte. Die Form des Olivins hat große Aehnlichkeit mit der des Chrysoberylls, aber Zwillinge kennt man kaum (am Vesuv), diese kommen jedoch bei den Afterkrystallen des Serpentins nach Olivin häufig vor pag. 299, sie haben $h = b : c : \infty a$ gemein. Ja bei diesen Afterkrystallen finden sich noch die Flächen $\delta = \frac{1}{2}a : c : \infty b$, $\varepsilon = \frac{1}{2}a : b : c$, $\varphi = \frac{1}{2}a : \frac{1}{2}b : c$ und $\lambda = \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}b : c$, welcher Reichthum an Humit erinnert. Kokscharow (Material. VI. 24) hat alle bekannten Flächen in einem großen Bilde zusammengestellt. Die Ebene der optischen Axen fällt in a b, + a die Mittellinie, wovon man sich sofort an dünnen Krystallen ziemlich sicher überzeugt. Dies und die Zwillinge haben einige veranlaßt, a als Hauptaxe zu nehmen. Härte 7, Gew. 3,35, Glasglanz, große Durchscheinenheit und gelblichgrüne Farbe. In Dünnschliffen zeigen die Pallasischen feine Kanäle parallel der Hauptaxe c, bei den irdischen sieht man oft Flüssigkeitsporen pag. 211.

Im Feuer bleibt er fast unverändert und schmilzt namentlich nicht vor dem Löthrohr, nur die mit starkem Eisengehalt werden angegriffen. Im Knallgebläse schmilzt er, gibt aber kein Glas, sondern krystallinische Substanz. Kalkerde ist ihm fremd, $\dot{M}g^3 \ddot{S}i = \dot{M}g^2 \ddot{S}i$, dagegen enthalten alle einen bedeutenden Gehalt an $\dot{F}e$, die irdischen auch etwas Nickel und Cobald, und Berzelius gibt bei den Pallasischen und Böhmischen bis 0,2 Kupfer- und Zinnoxyd an, noch merkwürdiger arsenige Säure (Rummel Pogg. Ann. 49. 591 und 84. 302). „Salzsäure greift ihn nicht merklich an, dagegen wird das Pulver von Schwefelsäure vollkommen zur Gallerte zersetzt.“ 41,2 $\ddot{S}i$, 50,3 $\dot{M}g$, 8,5 $\dot{F}e$. Der Feldspath führende Basalt bildet fast die einzige Fundstätte, hier kommt er nicht blos in einzelnen Körnern eingesprengt vor, sondern auch in kugelförmigen Haufen von $\frac{1}{2}'$ bis über 2′ Durchmesser, wie am Dreiser Weiher bei Dockweiler in der Eifel, zu Naurod bei Wiesbaden ꝛc., vermischt mit bräunlichem Bronzit, grünem Diopsid und Chromeisen (Picotit). Solche Haufwerke sind schwer erklärlich, und erscheinen zumal bei der Unschmelzbarkeit wie fremdartige Einschlüsse. Im Hypersthenfels von Elfdalen erkannte G. Rose zuerst gelblichen Olivin, später fand er sich im Talkschiefer am Berge Itkul südlich Syßerck bei Katharinenburg in olivengrünen durchsichtigen Stücken, bis Faustgröße (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 1849. Bd. 46. pag. 222). Ein ähnliches derbes Mineral im Talkschiefer von Kyschtimsk hat man Glin-

kit genannt, was „einigermaßen das Erscheinen des Serpentinkrystalls von Snarum erklärt". Jetzt spricht man in Spanien und Neuholland (Dunit) von Olivinbergen pag. 300, und zieht auch den Lherzolith aus den Pyrenäen herbei, der vorwaltend aus Olivin neben Enstatit bestehen soll. Ja Daubrée (Compt. rend. 59. 732) führte durch Schmelzen den Serpentin wieder auf Olivin $\dot{R}^2 \dddot{S}i$ und Enstatit $\dot{R} \dddot{S}i$ zurück, bei jenem herrscht $\dot{M}g$ und $\dot{F}e$, bei diesem $\dot{M}g$ und $\dot{C}a$. Der Fluß nahm leicht Kieselerde auf, und wurde Enstatit. Auch der Pikrit von Teschen besteht zur Hälfte aus Olivin. Auf die schönen Olivine in den Höhlungen des Pallasischen Meteoreisens wurde oben aufmerksam gemacht, schon Biot zeigte, daß es keine glasige Masse, sondern eine krystallinische Substanz mit zwei optischen Axen sei, und neuerlich beweist Ebelmen (Erdmann's J. p. Ch. 1851. Bd. 54. pag. 162), daß man leicht gelbe durchsichtige Krystalle bekomme, wenn man in einem offenen Gefäß auf Platinblech 4,5 $\dddot{S}i$ + 6,1 $\dot{M}g$ + 6 $\dddot{B}$ mit einander schmelze, woraus die leichte Bildung in Basalten erklärlich erscheint. In neuern Laven soll er dagegen nicht vorkommen, wohl aber erklärte Shepard (Silliman Amer. Journ. XXX. 208) die perlgraue Masse des Meteorsteins 1. Mai 1860 von New-Concord in Ohio durchaus für Olivin, obwohl er wie gewöhnliche Meteorsteinmasse aussieht.

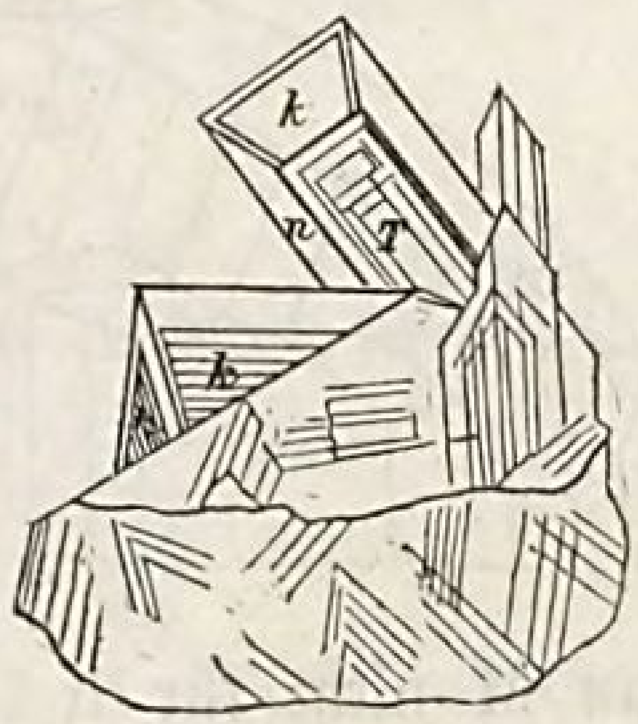
Chrysolith (edler Olivin) wird vielfach verschliffen, und angeblich aus Egypten und Brasilien in rohen Körnern eingeführt. Die geschliffenen kann man leicht mit Vesuvian verwechseln.

Hyalosiderit Walchner de Hyalosiderite Diss. 1822 (ὕαλος Glas) aus dem Mandelstein der Limburg bei Sasbach am Kaiserstuhl unmittelbar am Rhein. Ein Eisenolivin mit 29,7 $\dot{F}e$. Freilich haben die meisten stark durch Verwitterung gelitten, sie laufen dann ziegelroth an. Kleine Oktaeder mit den Flächen k s T n. Schmilzt zu einer magnetischen Schlacke. Der Eulysit im Gneis von Tunaberg hat sogar 54,7 $\dot{F}e$. Kleine flächenreiche blutrothe Krystalle finden sich in den Sanidinbomben am Laacher See.

Monticellit Brooke aus den Sommaauswürflingen gleicht wie der Forsterit daselbst einem farblosen Chrysolith, nach Scacchi aus $\dot{M}g^3 \dddot{S}i + \dot{C}a^3 \dddot{S}i$ bestehend, aber nach H. v. Rath beträgt der Winkel n/n 133°, ist also um 3° größer als beim Olivin. Bei Pesmeda am Monzoniberg ist er leicht mit Fassait zu verwechseln, sie bilden nicht selten Afterkrystalle, welche mit zahllosen Nadeln von Fassait erfüllt sind. Schon der Händler Augustin hat von dort sehr weiche serpentinöse Afterkrystalle verbreitet, mit einer Säule a : b : ∞c von etwa 130° und einem zugehörigen Oktaeder a : b : c, deren Seiten durch b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft werden. Ich habe diese immer für ächten Olivin gehalten. Der nach seiner Froschlaichähnlichen Farbe genannte Batrachit Breithaupts vom Rizoniberge in Südtirol, eine 2′ mächtige Bank mit Kalkspath und schwarzem Spinell im Syenit bildend, soll die gleiche Zusammensetzung haben, nur noch 3 pC. $\dot{F}e$ enthalten, obgleich er als rhombische Säule von 115° mit schwachem Blätterbruch beschrieben wird. Breithaupt's Te-

phroit von Sparta in New-Yersey mit Franklinit und Rothzinkerz könnte ein Manganchrysolith sein, $(\dot{M}n, \dot{F}e)^3 \ddot{S}i$, allein die aschgraue körnige Substanz kennt man nicht krystallisirt. Vergleiche auch Knebelit $(\dot{M}n + 2\,\dot{F}e)^3 \ddot{S}i$, der sich in Dalarne auf den Eisensteingruben massenhaft findet, und zur Darstellung von Spiegeleisen benutzt wird. Der grüngelbe Boltonit von Massachusets ist fast reine $\dot{M}g^3 \ddot{S}i$.

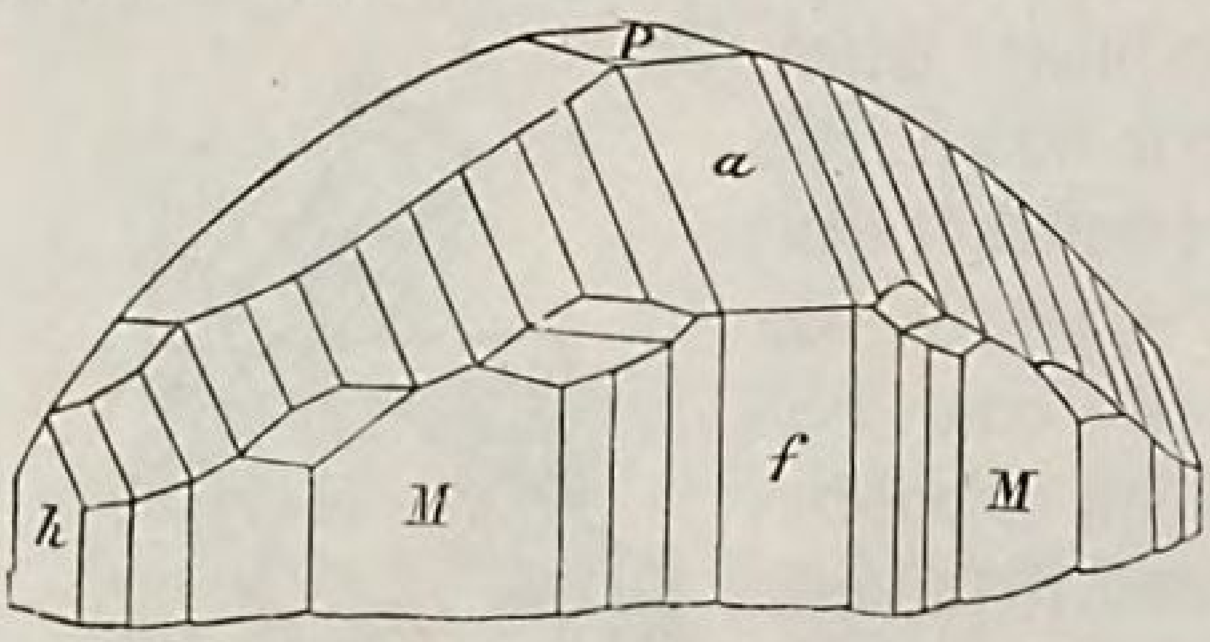
Eisenfrischschlacke (Fayalit). Bei dem Frischprozesse des Eisens (Hausmann in Moll's N. Jahrb. Berg. Hütt. 1812. III. 89) bilden sich unter gewissen Umständen (Kosmann, Pogg. Ann. 137. 137) sehr blättrige krystallinische Schlacken von eisenschwarzer Farbe mit einem Stich ins Gelbe. Mitscherlich (Abh. Berl. Acad. 1822 pag. 29) hat davon zuerst nachgewiesen, daß sie nicht blos die Formel eines ausgezeichneten Eisenolivins $(\dot{F}e^3 \ddot{S}i)$, sondern auch die Form haben. Es sind treppenförmige Oblongoktaeder (Kastendrusen) mit $n = a : b : \infty c$ 130° 28′ und $k = \frac{1}{2}b : c : \infty a$ 81° 17′, deren eine Ecke durch $T = b : \infty a : \infty c$ nicht selten so stark abgestumpft wird, daß es papierdünne Tafeln gibt. Solche Tafeln von Feldspathhärte haben aber immer Neigung sich zu zelligen Oblongoktaedern zu gruppiren, weßhalb sie auch eine ausgezeichnete doppelte Streifung parallel T/n und T/k zeigen. Ein deutlicher Blätterbruch $P = c : \infty a : \infty b$ stumpft die scharfe Kante k/k gerade ab, auf demselben erkennt man öfter in ausgezeichneter Weise die Absonderungsstreifen der Tafeln, so daß derbe körnige Stücke auf ihren Bruchflächen Figuren zeigen ähnlich den Widmannstätten'schen an geätztem Meteoreisen. Liegt T im Niveau der erkalteten Schlackenoberfläche, so zeigt sich eine merkwürdige **briefcouvertartige** Streifung. Auf der Hütte zu **Wasseralfingen** kommen gar liebliche Stücke der Art vor, ganz übersät mit zahllosen wirr durcheinander liegenden „Couverten“ gelb in den Längs- und roth in den Querstreifen schillernd. Dazwischen lagern sich auch blaue **Sechsecke**, deren Winkel von etwa 81° einen Durchschnitt nach $a : \infty b : \infty c$ verräth. Streifungen vom Mittelpunkte scheinen auf Zwillinge zu deuten. Dondorff (Leonh. Jahrb. 1860. 668) hat das alles vortrefflich auseinander gesetzt. Obgleich der Fayalit von der Azorischen Insel Fayal etwas leichter schmelzbar, härter und magnetischer ist als die Puddelschlacken im Allgemeinen, so ist doch sein Wesen so durchaus ähnlich, daß er wohl zweifelsohne zu den gleichen Kunstprodukten gehört, welche die Schiffe dort als Ballast hinführten. Die Farbe mancher solcher Schlacken gleicht dem Eisenglanz, ihre Krystalle haben auch wohl einen gelblichen Schmelzüberzug, was lebhaft an die rothe Hülle des Hyalosiderits erinnert. Miller gibt viele seltene Flächen an T 010, P 001, a 100, n 110, k 021, d 101, h 011, i 041, u 230, s 120, r 130, v 150, e 111, f 120, l 131, die mit den gleichnamigen beim Olivin stimmen.

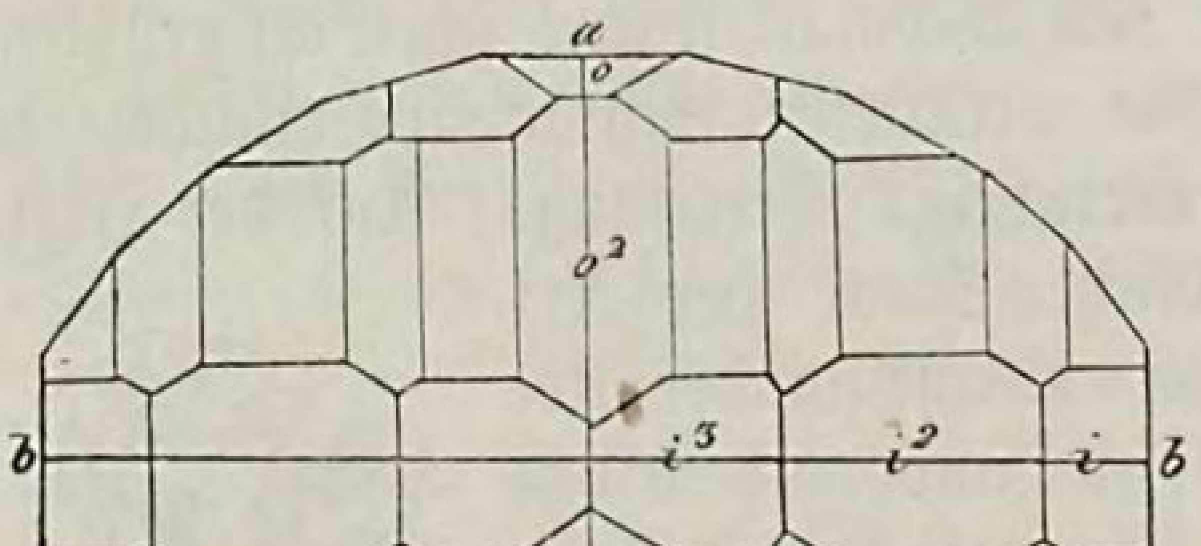


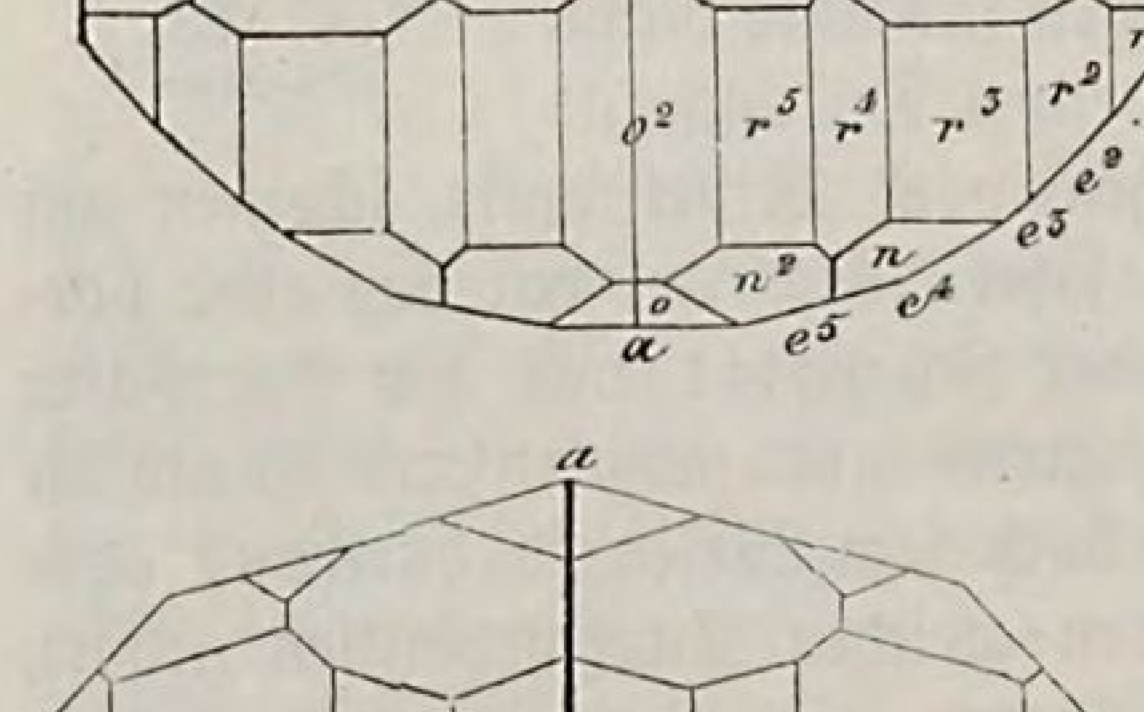


Humit aus den Sommablöcken (1817 von Graf von Bournon nach

dem damaligen Vicepräsidenten der Londoner geol. Gesellsch. genannt), wo er in kleinen braungelben mit viel Flächen überladenen Krystallen vorkommt, die man leicht mit Vesuvian verwechselt, Härte 6—7, Gew. 3,2. Die Formen lassen sich zwar nicht gut mit Olivin in Uebereinstimmung bringen, allein einen Theil der Schuld scheint das außerordentlich flächenreiche System zu tragen. Wir verdanken Marignac, besonders aber Scacchi in Neapel eine äußerst mühsame und gründliche Abhandlung (Pogg. Ann. Ergänzungsband III 1853 pag. 161). Darnach ist das System wie beim Olivin 2gliedrig; auch Phillips beschrieb es so: eine geschobene Säule M = a : b : ∞c 120° (120° 20 Sc.) wird an der stumpfen Kante durch f = a : ∞b : ∞c, und an der scharfen durch den Blätterbruch h = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft; außerdem kommt eine Geradendfläche P = c : ∞a : ∞b vor. Ein vorderes Paar a = a : c : ∞b macht in c 129° 40′ (130° 24′ Sc.). Dieser Winkel würde zwar gut mit der Säule n des Olivins stimmen, allein man kann M nicht für h = b : c : ∞a des Olivins nehmen, da M/M ihren stumpfen Winkel von 120° hinlegen, wo h/h ihren scharfen haben. Ist nun schon bei Phillips die Ueberladung der Flächen außerordentlich, so geht Scacchi noch weiter: er unterscheidet dreierlei Typen, deren Winkel etwas von einander abweichen. Nennen wir die längere Seitenaxe b, und die kürzere a, so geht Scacchi im ersten Typus von der Säule e^5 = a : b : ∞c aus, die vorn 152° 26′ macht, und von o^2 = c : 2a : ∞b, die sich in c unter 130° 24′ schneiden. Daraus folgt für







Typus I.

a : b : c = 0,2453 : 1 : 0,2271.

Unter dieser Voraussetzung ist i^3 = b : c : ∞a, i^2 = b : 3c : ∞a, i = b : 5c : ∞a, n^2 = a : b : c, n = a : c : $\frac{1}{3}$b ꝛc.

Im 2ten Typus geht Scacchi von e^2 = a : b : ∞c 142° 4′ und i = b : 2c : ∞a 115° 2′ aus, daraus folgt für

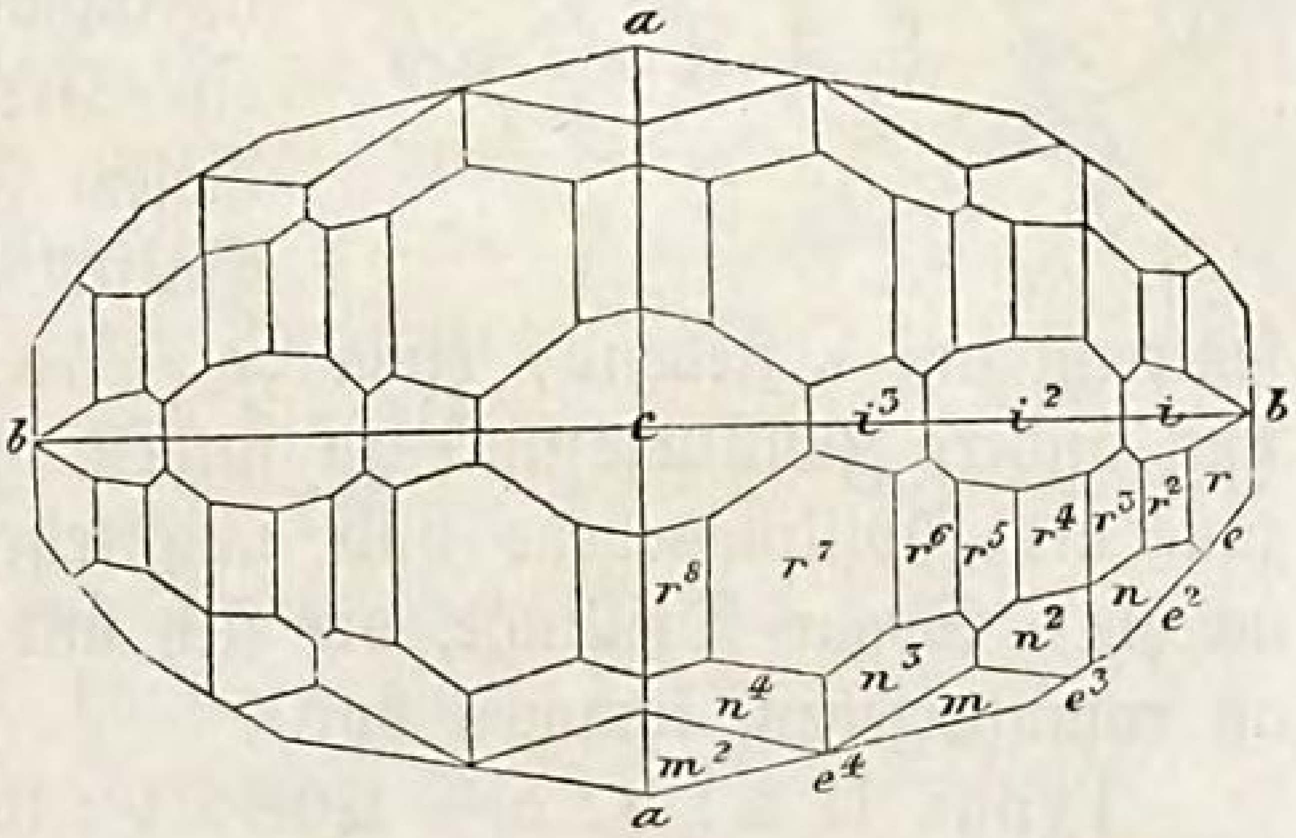
Typus II.

a : b : c = 0,3438 : 1 : 0,3184.

In diesem Falle ist n^2 = a : b : c, n = a : c : $\frac{1}{3}$b, r^4 = a : b : $\frac{1}{2}$c, r^3 = a : $\frac{1}{3}$b : $\frac{1}{2}$c, m = $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{3}$b : $\frac{1}{2}$c, m^2 = b : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$c ꝛc.

Im dritten häufigsten Typus, der seines Flächenreichthums wegen wahrscheinlich mit Phillips schöner Figur stimmt, wornach $r^8/r^8 = a/a = 129° 40'$ ist, geht man von $e^4 = a : b : \infty c$ $158° 24'$ und $i^3 = b : 2c : \infty a$ $141°$ aus, dann folgt für

Typus III.



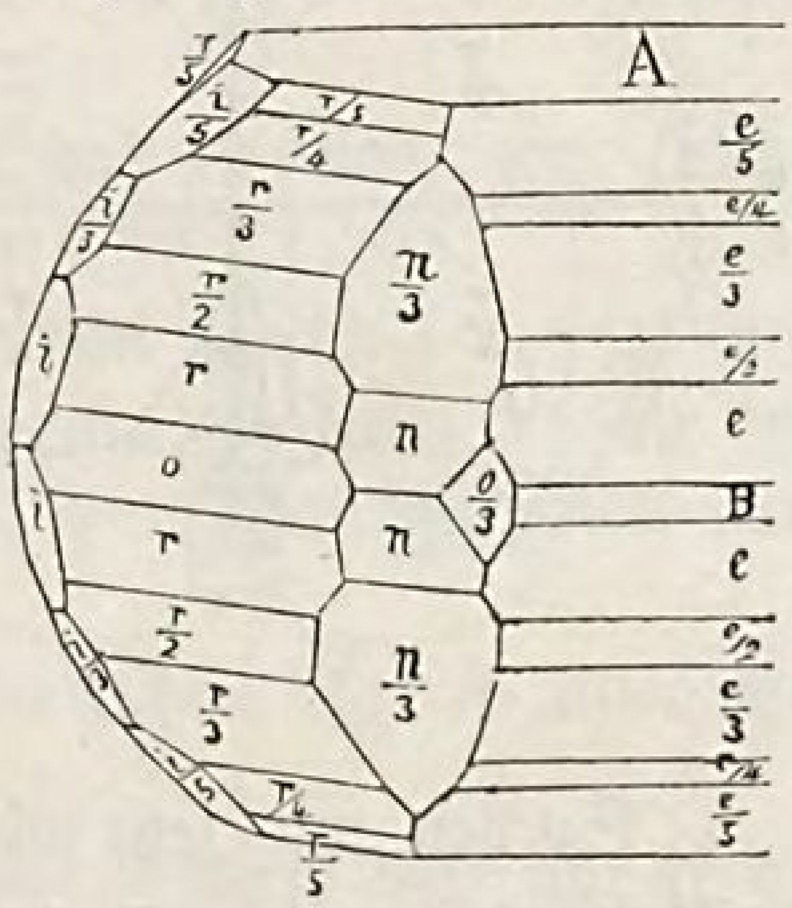
$a : b : c = 0{,}1907 : 1 : 0{,}1765.$
Jetzt ist nun $n^4 = a : b : c$, $n^3 = a : c : \frac{1}{3}b$, $n^2 = a : c : \frac{1}{5}b$, $n = a : c : \frac{1}{7}b$; $r^8 = a : \frac{1}{2}c : b$, $r^7 = a : \frac{1}{2}c : \frac{1}{3}b$, $r^6 = a : \frac{1}{2}c : \frac{1}{5}b$, $r^5 = a : \frac{1}{2}c : \frac{1}{7}b$, $r^4 = a : \frac{1}{2}c : \frac{1}{9}b$, $r^3 = a : \frac{1}{2}c : \frac{1}{11}b$, $r^2 = a : \frac{1}{2}c : \frac{1}{13}b$, $r = a : \frac{1}{2}c : \frac{1}{15}b$; $i^2 = b : 4c : \infty a$, $i = b : 6c : \infty a$; $e^3 = a : \frac{1}{3}b : \infty c$, $e^2 = a : \frac{1}{5}b : \infty c$, $e = a : \frac{1}{7}b : \infty c$; $m = a : \frac{3}{2}c : \frac{1}{3}b$, $m^2 = a : \frac{3}{2}c : 3b$.
Merkwürdig ist an diesen Axen, daß bei gleicher $b = 1$ die a und c sich der Reihe nach wie die Zahlen $7 : 5 : 9$ verhalten. Denn

$$a = 0{,}245 . 7 = 0{,}343 . 5 = 0{,}19 \; . 9 = 1{,}717$$
$$b = 0{,}227 . 7 = 0{,}318 . 5 = 0{,}176 . 9 = 1{,}59.$$

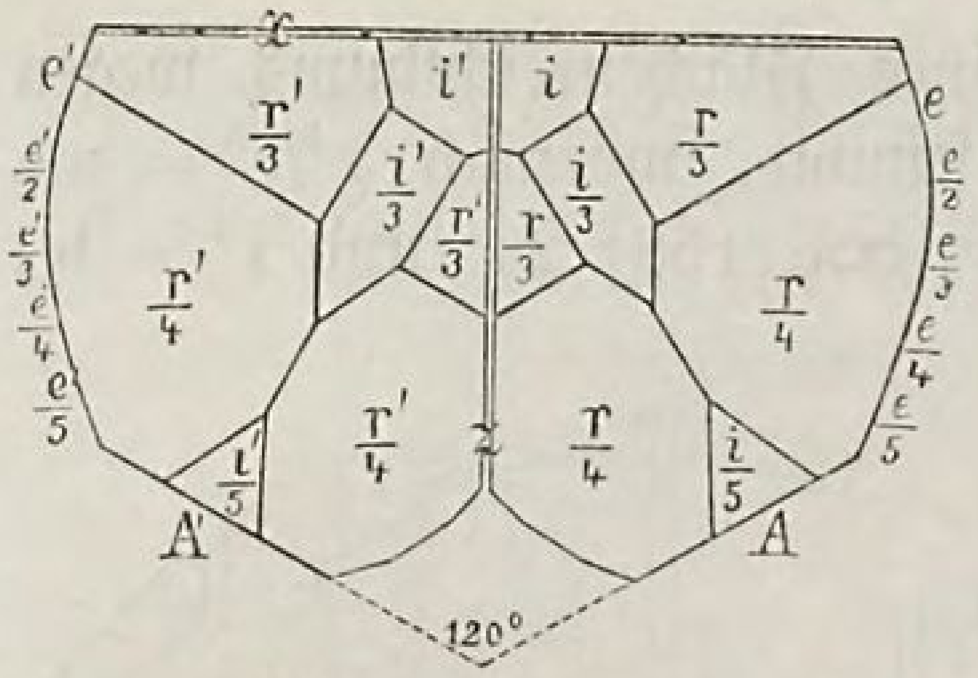
Würde man daher von den Axen $a : b : c = 1{,}717 : 1 : 1{,}59$ ausgehen, so blieben in allen Typen die Ausdrücke von b gleich, die a und c des ersten Typus müßte man aber mit 7, des zweiten mit 5 und des dritten mit 9 dividiren. Da sämmtliche Ausdrücke rational bleiben, so steht krystallonomisch nichts im Wege, sie **einem** Systeme unterzuordnen.

Herr vom Rath (Pogg. Ann. 1871 Ergzb. V pag. 321) hat mit dem besten Material ausgerüstet die Sache nochmals einer vollständigen Kritik unterworfen. Derselbe geht von der Grundform $n = a : b : c$ aus, dann ist beim

Typus I $a : b : c = 1{,}08 : 1 : 4{,}4$. Ungewöhnlicher Weise, wird dabei die größere Seitenaxe a und die kürzere b genannt, so daß Fläche $B = a : \infty b : \infty c$ und $A = c : \infty a : \infty b$ wird, wir sehen daher die linke Hälfte unseres copirten Krystalls von der Vorderseite, mit dem scharfen übrigens nicht vorhandenen Säulenwinkel von $85° 35'$.

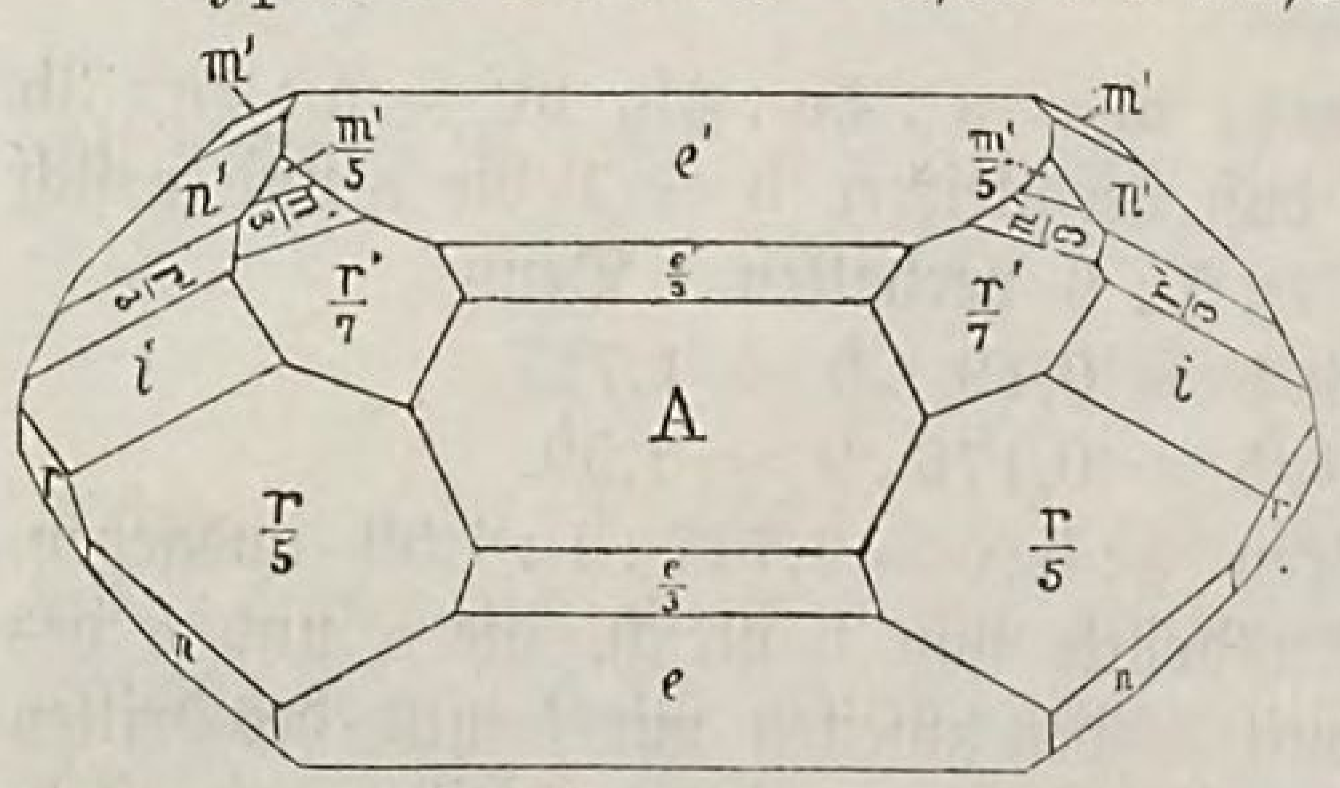


Es sind daran dann sofort folgende Zeichen klar: $n = a : b : c$, $\frac{1}{3}n = 3a : 3b : c$; $e = a : c : \infty b$, $\frac{1}{2}e = 2a : c : \infty b$, $\frac{1}{3}e = 3a : c : \infty b$, $\frac{1}{4}e = 4a : c : \infty b$, $\frac{1}{5}e = 5a : c : \infty b$; $i = b : c : \infty a$, $\frac{1}{3}i = 3b : c : \infty a$, $\frac{1}{5}i = 5b : c : \infty a$; $o = 2a : b : \infty c$, $r = 2a : b : c$, $\frac{1}{2}r = 2a : b : \frac{1}{2}c$; $\frac{1}{3}r = 2a : b : \frac{1}{5}c$; $\frac{1}{4}r = 2a : b : \frac{1}{4}c$; $\frac{1}{5}r = 2a : b : \frac{1}{5}c$; $\frac{1}{3}o = 2a : 3b : \infty c$. Hemiedrien kommen bei diesem Typus nicht vor, wohl aber **Zwillinge**, welche eine Fläche $\frac{3}{7}e = \frac{7}{3}a : c : \infty b = z$ aus der vordern Verticalzone gemein haben und umgekehrt liegen. Die Zwillingsebene selbst ist auffallender Weise als

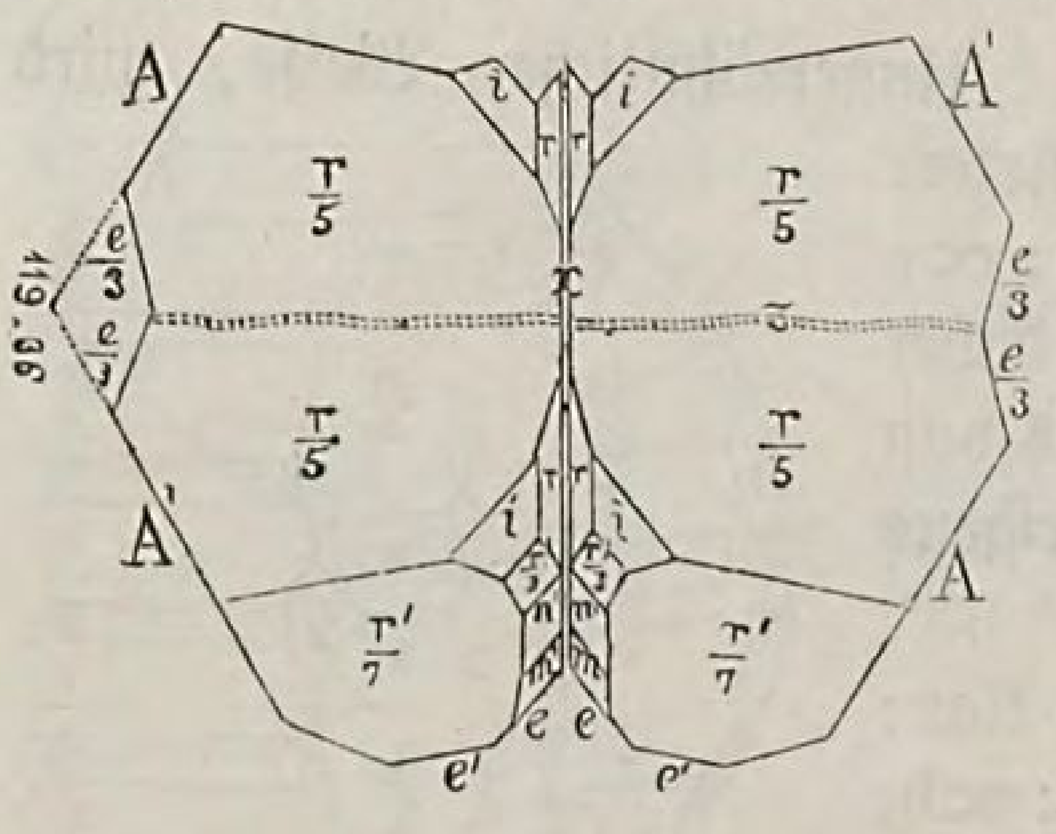


Krystallfläche noch nicht bekannt, allein da sich die Geradendflächen A/A' ungefähr unter 120° 30' schneiden, so kann sie daraus leicht berechnet werden. Beide Individuen durchwachsen sich gewöhnlich, und bilden ein Kreuz wie beim Chrysoberyll. In diesem Falle entsteht dann für die hintere Hälfte eine Berührungsebene x, welche senkrecht auf z stehend, etwa $\frac{1}{7}$e = 7a : c : ∞b ist. H. v. Rath glaubt nun andere Zwillingsstücke zu finden, worin er x aus derselben Verticalzone als Zwillingsebene und umgekehrt z als Berührungsfläche ansehen möchte. Sogar Drillinge, die sich mit ihrem stumpfen Winkel von 120° an einandersetzen, kommen vor.

Typus II a : b : c = 1,08 : 1 : 3,144. Gewöhnlich erscheint derselbe durch regelmäßiges Fehlschlagen einzelner Flächen gewendet 2+1gliedrig, wie nebenstehende Horizontalprojection auf A = c : ∞a : ∞b zeigt: die Grundform n = a : b : c erscheint daran vollständig, aber $\frac{1}{3}$n' = a' : b : $\frac{1}{3}$c hinten, und vorn nicht, während umgekehrt vorn r = a : $\frac{1}{2}$b : c, hinten dagegen $\frac{1}{3}$r' = a' : $\frac{1}{2}$b : $\frac{1}{3}$c, vorn $\frac{1}{5}$r = a : $\frac{1}{2}$b : $\frac{1}{5}$c, hinten $\frac{1}{7}$r' = a' : $\frac{1}{2}$b : $\frac{1}{7}$c. Die Augitpaare m' = $\frac{1}{3}$a' : $\frac{1}{2}$b : c und $\frac{1}{5}$m' = $\frac{1}{3}$a' : $\frac{1}{2}$b : $\frac{1}{5}$c liegen nur hinten, dagegen ist die vordere Verticalzone e = a : c : ∞b und $\frac{1}{3}$e = a : $\frac{1}{3}$c : ∞b vorn und hinten vertreten.



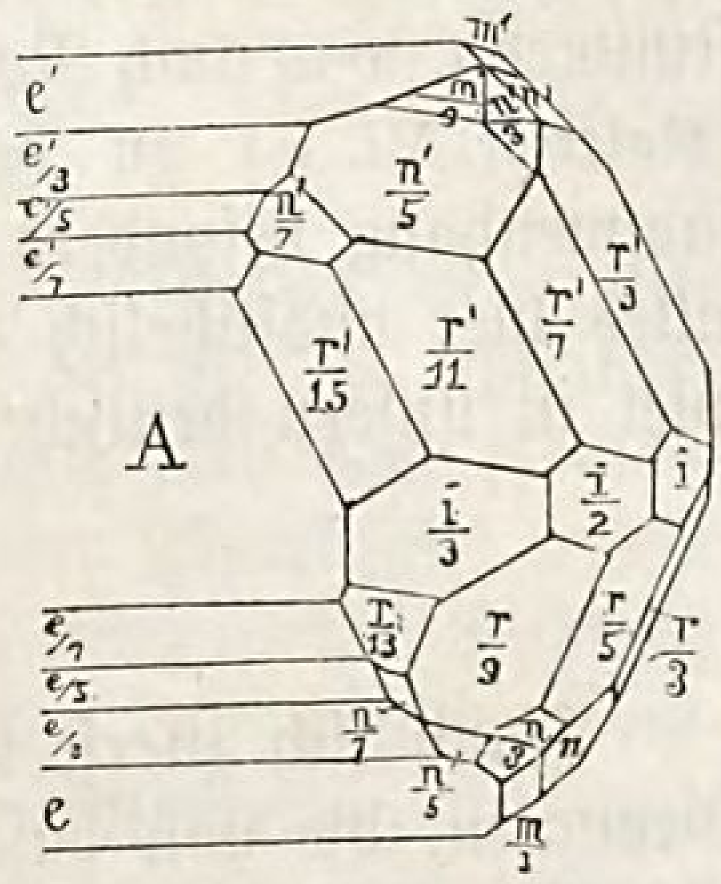
Sonderbarer Weise kommt nun wieder der ganz analoge **Zwilling** vor, wornach die beiden Individuen sich mit einer Fläche aus der vordern Verticalzone $\frac{1}{5}$e = 5a : c : ∞b = x verbinden und umgekehrt liegen. Die Zwillingsebene halbirt diesmal den scharfen Winkel A/A' = 60° 24', woraus für den stumpfen 119° 36' folgt, es kommt daher die Säule der Zwillingsflächen $\frac{e}{5}/\frac{e}{5}$ wieder 120° sehr nahe.



Suchen wir jetzt wieder die auf c : 5a senkrechte Begrenzungsebene z, so ist dieselbe eine Reciproke $\frac{1}{5a} = \frac{a}{5a^2}$, wenn wir zuvor a : b : c = 0,3436 : 0,3181 : 1 gemacht haben, was $\frac{1}{5a^2}$ = 1,6938 gibt, also $\frac{5}{3}$ = 1,666 nahe kommt. Rath nimmt nun diese $\frac{5}{3}$a : c : ∞b in einem zweiten Falle als Zwillingsebene, die auch als Krystallfläche auftritt. Da selbst Drillinge vorkommen, welche sich mit dem stumpfen Säulenwinkel in ein=

ander schieben, und dadurch mit den Flächen n ein Dihexaedrisches Ansehen annehmen, so haben wir es auch hier wohl nur mit **einem** Zwillingsgesetze zu thun.

Typus III a : b : c = 1,08 : 1 : 5,66 = 0,19 : 0,177 : 1 tritt bei weitem am häufigsten auf, und gehört nicht blos unter den Humiten, sondern unter den Mineralien überhaupt zu den flächenreichsten. Auch hier findet wieder, wie beim zweiten Typus, eine Hinneigung zum 2 + 1gliedrigen Statt. Zwar liegen in der Verticalzone vor wie hinter A = c : ∞a : ∞b die Flächen e 101, $\frac{e}{3}$ 103, $\frac{e}{5}$ 105, $\frac{e}{7}$ 107, auch können die Paare i 012, $\frac{i}{2}$ 014, $\frac{i}{3}$ 016 von keiner Hemiedrie betroffen werden. Desto häufiger aber die Oktaederreihe r und m: denn während die Reihe von n 111, $\frac{n}{3}$ 113, $\frac{n}{5}$ 115, $\frac{n}{7}$ 117 noch vollständig bleibt, wechseln die r zwischen vorn und hinten durchgängig ab: r 121, $\frac{r'}{3}$ 1'23, $\frac{r}{5}$ 125, $\frac{r'}{7}$ 1'27, $\frac{r}{9}$ 129, $\frac{r'}{11}$ 1'.2.11, $\frac{r}{13}$ 1.2.13, $\frac{r'}{15}$ 1'.2.15. Ebenso m'3'21, $\frac{m}{3}$ 323, $\frac{m'}{9}$ 3'29. Zwillingsebene ist die häufig als große Fläche auftretende $\frac{e}{3}$ = 3a : ∞b : c, nur zeigt sich wegen des Unterschiedes zwischen vorn und hinten, häufiger die hintere $\frac{e'}{3}$ und selten die vordere $\frac{e}{3}$. Die reciproke Fläche $\frac{a}{3a^2}$ = 0,92 a nähert sich zwar der a : ∞b : c, weicht aber mehr ab, als bei den vorhergehenden Typen, daher wird von diesen Zwillingen nicht gesprochen.



Im Ganzen kommen in allen drei Typen 137 Einzelflächen vor, worunter 14 Oktaeder, 16 Augitpaare, 12 Paar ∞b, 8 Paar ∞a, 3 Säulen ∞c, welch letztere nur im ersten Typus bekannt sind. Nur zweimal fallen im 2ten und 3ten Typus zwei Augitpaare zusammen II + $\frac{r}{5}$ = III + $\frac{r}{9}$ und II — $\frac{m}{5}$ = III — $\frac{m}{9}$, so daß das Projectionsbild außer dem Axenkreuz 133 Linien zeigt.

Vergleichen wir nun diese Axen mit denen des Olivins, wo

a : b = 0,794 : 1,704 oder 2a : b = 1,59 : 1,704

war, so stimmen sie vollkommen mit Humit, wenn man 2a (Ol.) = c (Hum,) und b (Ol.) = a (Hum.) setzt. So hat Kokscharow (Material. VI. 65) den Russischen Chondrodit von Finnland, vom Ural und Transbaikalien dargestellt.

Vor dem Löthrohr unschmelzbar, im Wesentlichen $\dot{M}g^4 \ddot{S}i$ aber mit einem Gehalt an Fluor. Nach Rammelsberg

1ster Typus 27 $\dot{M}g^4 \ddot{S}i$ + 4 Mg Fl + Si Fl^3 . . . $\dot{M}g^{45} \ddot{S}i^{18}$ Mg Fl^3
2ter Typus 18 $\dot{M}g^4 \ddot{S}i$ + 4 Mg Fl + Si Fl^3 . . . $\dot{M}g^{44} \ddot{S}i^{18}$ Mg Fl^4
3ter Typus 36 $\dot{M}g^4 \ddot{S}i$ + 4 Mg Fl + Si Fl^3 . . . $\dot{M}g^{46} \ddot{S}i^{18}$ Mg Fl^2
Chondrodit 12 $\dot{M}g^4 \ddot{S}i$ + 4 Mg Fl + Si Fl^3 . . . $\dot{M}g^{42} \ddot{S}i^{18}$ Mg Fl^6

(χόνδρος Korn) Graf d'Ohsson Kongl. Vet. Acad. Handl. 1817 pag. 206. Wachsgelbe Körner eingesprengt in den körnigen Kalk mit

Graphit von Sparta in New-Jersey, mit Pargasit von Pargas in Finnland ꝛc. Gute Krystalle selten. Nach Dana 2+1gliedrig: eine geschobene Säule von 68°, darauf ein vorderes Augitpaar von 89° und ein hinteres von 80° (in der Mediankante) aufgesetzt. Wegen der Zusammensetzung aber dennoch wahrscheinlich mit dem zweiten Typus von Humit stimmend, was auch Nordenskjöld (Pogg. Ann. 1855. 96. 118) und Kokscharow (Material. VI. 85) zu beweisen suchen. Kokscharow stellt den Flächenzusammenhang besonders klar dar. Doch würde es zu weit führen, das alles hier ausführlich vorzulegen, zumal da gute Krystalle gerade nicht viel in unsern deutschen Sammlungen sind.

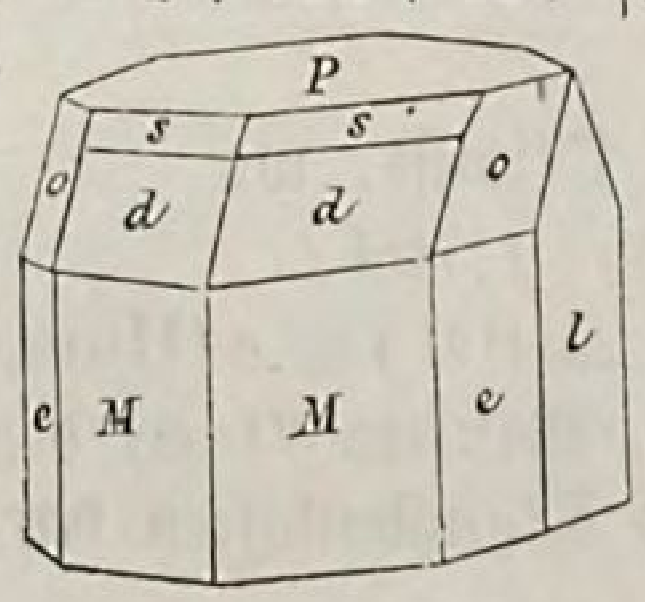
5. Dichroit.

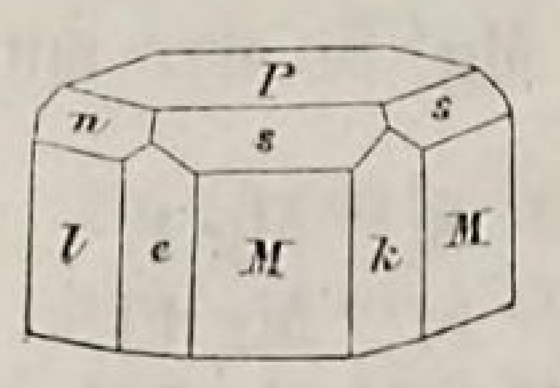
Fand sich zuerst am Cabo de Gata in Fündlingen mit rothen edlen Granaten, die von basaltischer Lava eingeschlossen werden, Werner's Jolith (ἴον Veilchen). Freilich kannten schon längst die Steinschleifer den Saphir d'eau (Luchssaphir, Gesner de fig. lap. 1565. 85) von Ceylon, welchen Werner als Peliom (πελίωμα Farbe des unterlaufenen Bluts) unterschied. Cordier (Journ. de phys. 1809. 298) machte zuerst auf Krystallform und Dichroismus aufmerksam, daher nannte ihn Hauy Cordierit. Bis auf Mohs wurden sie für 6gl. gehalten. Tamnau (Pogg. Ann. 12. 495) hat die Krystallform am besten auseinander gesetzt. Sie sind ohne Zweifel

Zweigliedrig, aber die Krystalle nicht mit dem Goniometer meßbar: rhombische Säule M = a : b : ∞c ungefähr 120°, Oktaeder d = a : b : c macht mit der Säule M einen Winkel M/d = 140°. Daraus ergibt sich

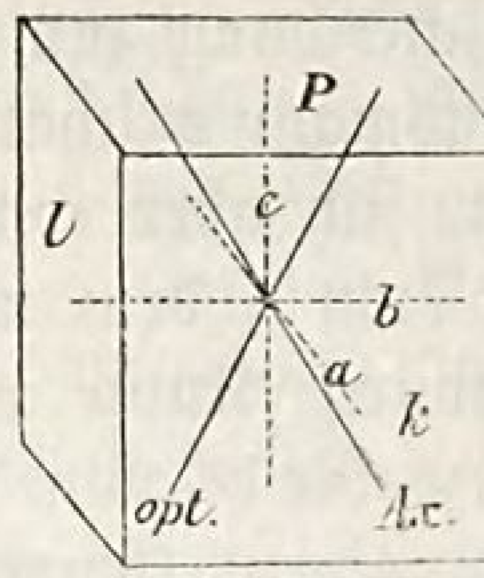
$$a : b = \sqrt{0,9388} : \sqrt{2,8164} = 0,869 : 1,678,$$
$$lga = 9,98628,\ lgb = 0,22484.$$

Die Geradendfläche P = c : ∞a : ∞b dehnt sich immer stark aus; l = b : ∞a : ∞c fehlt selten und ist etwas blättrig, sie bildet mit M den Winkeln nach eine reguläre sechsseitige Säule; da nun auch sämmtliche gerade Abstumpfungen ihrer Kanten, k = a : ∞b : ∞c und e = a : $\frac{1}{3}$b : ∞c, nicht fehlen, so hielt Hauy ihn für 6gliedrig. Dazu kam nun noch, daß öfter das Oktaeder s = a : b : $\frac{1}{2}$c mit n = b : c : ∞a auftritt, welche auf der sechsseitigen Säule eine förmliche dihexaedrische Endigung bilden, s/M = 120° 48′. Die zweigliedrige Entwickelung spricht sich aber besonders durch o = a : c : $\frac{1}{2}$b, und durch den Mangel von Flächen über l aus, so daß, wenn auch die optischen Kennzeichen uns nicht zu Hilfe kämen, wir über das System heute nicht mehr in Zweifel sein würden. Neuerlich wurden bei Bodenmais auch Zwillinge bekannt.





Durch seinen „Dichroismus" ward das Mineral seit Cordier



berühmt. Besonders geeignet sind dazu jene schön blauen Geschiebe von Ceylon, die man unmittelbar untersuchen kann. Will man jedoch die Sache gründlich nehmen, so muß daraus ein nach den Axen orientirter Würfel geschnitten werden, dessen Flächen den Pkl parallel gehen: quer durch P, also parallel der Axe c, gesehen, haben wir das stärkste Blau, dunkel Indigblau; quer durch k, also parallel der Axe a, wird das Blau entschieden blasser; endlich quer durch l, also parallel der Axe b, schwindet das Blau oft gänzlich, der Krystall erscheint schmutzig gelb oder farblos. Das dunkelste Blau tritt in der Richtung der optischen Mittellinie, welche mit c zusammenfällt, hervor, und der Mangel an Farbe in der Richtung der mit b zusammenfallenden optischen Senkrechte. Die negativen optischen Axen liegen nemlich nach Haidinger in der Axenebene bc und machen mit c einen Winkel von 31° 25', nach Descloizeaux variirt er nach den Fundorten. Ein Ceylonisches Geschiebe in Terpentinöl getaucht, läßt sofort im Polarisationsmikroskop ein Axenbild wahrnehmen. Dichroit absorbirt wie Turmalin polarisirtes Licht gänzlich, kann also ebenso benützt werden, allein da er optisch 2axig ist, so wirken die Platten sowohl längs als quer der Hauptaxe c geschliffen (Pogg. Ann. 1820 V. 10).

Gewicht 2,56, Härte 7—8, Violblau, Grün, bis farblos, muscheliger Bruch, wie Quarz, aber zum Fettglanz geneigt.

Vor dem Löthrohr schmilzt er schwierig an den Kanten. $\dot{M}g^3\ \ddot{A}l^3\ \ddot{S}i^5$, aber meist ein bedeutender Gehalt an $\dot{F}e$ vorhanden.

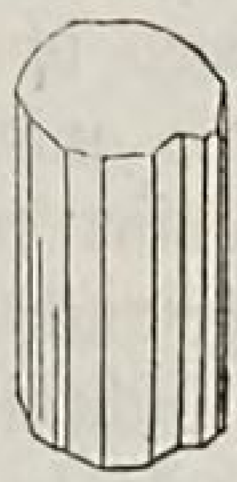
Die meisten kommen uns von Bodenmais im bayerischen Walde, wo sie, mit Magnetkies derb im Granit brechend, ein Medailleur Wisger entdeckte und Walch (Naturforscher 1776 St. 7 pag. 201) als Leucosaphiri beschrieb. Die dortigen Krystalle sind innen grün und blau, aber außen schwärzlich. Ein vorzüglich blauer von Orijärfvi bei Abo in Finnland im Kupferkies mit 2,6 Gew. ist Steinheilit genannt, ähnlich auch zu Tvedestrand bei Brevig. In den Kupferkieslagern von Falun, dem Magneteisen von Arendal, im Granat von Grönland und Haddam.

Dichroit zog in neuern Zeiten noch in hohem Grade die Aufmerksamkeit auf sich durch die Leichtigkeit, mit welcher er verwittert und in Folge dessen Wasser aufnimmt. Da seine Zusammensetzung nichts Ausgezeichnetes hat, und die Säulen mit Geradendfläche immer an 6gliedrige Krystalle mahnen, so erklärt das die Schwierigkeit der richtigen Deutung (Bischof Lehrb. chem. phys. Geologie II. 369).

Falunit Hisinger aus dem grünen Talkschiefer der Kupfergruben von Falun. Eine Serpentinartige ölgrüne Masse mit splittrigem Bruch bis auf Kalkspathhärte hinabgehend. Nach Haidinger überzieht er öfter noch unzersetzten Dichroit, der in denselben Gruben vorkommt. Einige davon sollen Blätterdurchgänge zeigen (Triclasit Wallmann's), aber schimmern auch nur wachsglänzend, Hausmann beschreibt auch diesen zweigliedrig, nennt einen Säulenwinkel von 120° 32', so wenig auch die

Beschreibung zum Dichroit passen mag. So soll auch der Weissit, Hausmann's schaliger Triclasit (Pogg. Ann. 14. 190) von dort 2+1gliedrig sein, sich aber sonst nicht unterscheiden lassen. Dagegen steht der harte Falunit dem unveränderten Dichroit schon näher, so daß in jenen berühmten Kupfergruben durch Aufnahme von Wasser (bis 14 $\dot{H}$) eine ganze Reihe von Afterkrystallen sich zu bilden scheint. Zu Haddam in Connecticut kommt der Chlorophyllit ebenfalls mit frischem Dichroit zusammen vor, das Mikroskop zeigt darin noch die größte Menge unverändert, der Verwitterungsprozeß gieng wie bei der Serpentinisirung des Olivins von zahllosen Rissen aus (Wichmann, Jahrb. 1875. 194).

Pinit Werner's fand sich zuerst im verwitterten Granit des Pini-Stollens zu Schneeberg, der nach dem Pater Pini seinen Namen bekommen hatte, weil Bergmeister Bauer im Granit dieselben Feldspathe wie bei Baveno fand. Die schwärzlichgrüne durch Eisenocker rothgefärbte Masse ist um und um krystallisirt, und bildet eine 12seitige Säule mit Geradendfläche. Die Winkel der Säule sind etwa 150°, daher nahm sie Hauy für die beiden regulären sechsseitigen Säulen. Freilich muß man sich hüten, alles Pinitähnliche hier unterbringen zu wollen. Die Geradendfläche sondert sich öfter schalig ab, so deutlich, daß man es für Blätterbruch halten könnte, daher wurden sie auch lange zum Glimmer gestellt. Die Analysen geben zwar $\ddot{Si}$ und $\ddot{Al}$ etwa wie beim Dichroit, aber statt der Kalkerde finden wir 6—12 Kali, welches in Verbindung mit 4—8 $\dot{H}$ die Veränderung bewirkt zu haben scheint. Analysen haben bei solchen veränderten Mineralen nur ein sehr bedingtes Gewicht. Besonders ausgezeichnet findet man die Krystalle zu Morat und andern Orten der Auvergne in feinkörnigem Granit eingesprengt. Hier herrscht öfter eine oblonge Säule, und ihr ganzer Habitus erinnert in auffallendem Grade an Dichroit, ja es kommen auch oktaedrische Abstumpfungen vor. Im Granit von Haddam in Connecticut findet sich Pinit mit Dichroit unter Verhältnissen zusammen, daß nach Shepard der eine aus dem andern entstanden zu sein scheint. Bei allen solchen zeigt das Mikroskop noch unangegriffene Krystallmasse. Steht dieß einmal fest, so sind dann auch eine Menge Serpentinartiger derber und krystallisirter Stücke erklärlich, welche sich an so vielen Stellen des Urgebirges namentlich in verwitterten Graniten finden: bei Forbach im Murgthal (grün), im Gneis am Schloßberge bei Freiburg, im Thonporphyr von Geroldsau südlich Baden-Baden an der Oos (Oosit). Nordenskjöld's Gigantolith aus dem Granit von Tammella in Finnland; Pyrargillit rothe derbe Masse von Helsingfors; Thomson's Bonsdorffit von Abo; Erdmann's Praseolith im Gneis von Bräkke bei Brevig, der Esmarkit ebendaher, Scheerer's Aspasiolith von Kragerö, noch einen Kern von Dichroit enthaltend, der Iberit von Montoval bei Toledo, der grünlichstrahlige fette Killinit aus den Granitgängen von Killiney bei Dublin 2c., alle sind im Allgemeinen 12seitig, grün und Serpentinartig, und kommen



häufig noch in der Nähe vom Dichroit vor, umhüllen ihn sogar. Bischof findet den Grund dieser merkwürdigen Zersetzung in der schaaligen Bildung der Krystalle, zwischen deren Fugen das Wasser leicht eindringe, Kieselsäure und Magnesia entführe, und statt dessen Wasser, Kali, Kalk ꝛc. absetze; nur Äl und F̈e werden gewöhnlich nicht alterirt. Von chemischen Formeln kann bei solchen Veränderungen wohl kaum die Rede sein.

Die gelblichgrünen Krystalle des Giesekit's von Grönland und des Libenerit's von Predazzo, beide in einem rothen Feldspathporphyr, bilden reguläre sechsseitige Säulen mit Geradendfläche, das stimmt mit Nephelin besser als mit Cordierit. Da jedoch jener mehr in vulkanischen Gesteinen zu Hause ist, so hat man auch an diesen gedacht. Der Gehalt ist etwa 50 S̈i, 30 Äl, 9 K̇a, 5 Ḣ, Entscheidung ist hier nur durch Forschungen auf der Lagerstätte möglich. Optisch verhalten sich beide durchaus amorph. Vergleiche auch Pinitoid (Jahrb. 1859. 718).

Nach dem Gesagten scheint Dichroit für Urgebirge das zu sein, was Olivin für vulkanische Gesteine: beide gehen durch Verwitterung in eine Serpentinartige Masse über. Daher stellt man Dichroit auch besser hier hin, als an das Ende der Edelsteine.

Asbest.

Ἄσβεστος unzerstörbar, der Name aus dem Alterthum überliefert, in der goldenen Laterne der Minerva zu Athen war ein solcher Docht aus Karystischem Flachse wie Pausanias berichtet. Plinius 19. 4 handelte ihn als Linum vivum bei den Pflanzen ab: nascitur in desertis adustisque sole Indiae, ubi non cadunt imbres, inter diras serpentes, assuecitque vivere ardendo. Agricola 703 Federwis, pliant, salamanderhar.

Man begreift darunter verschiedene fasrige Fossile, die besonders mit Hornblende und Augit, doch auch mit Glimmern und andern in Beziehung stehen, aber immer etwas Wasser enthalten. Die Faser ist bald spröde bald gemein biegsam, weiß mit einem Stich ins Grün. Vor dem Löthrohr schmelzen einzelne Fasern nicht sonderlich schwer, größere Mengen widerstehen aber dem gewöhnlichen Feuer.

Amiant (ἀμίαντος unbefleckt, schon von Dioscorides gebraucht). Plinius 36. 31 Amiantus alumini similis nihil igni deperdit. Agricola 609: quod ignis adeo non inquinet ipsius splendorem, ut etiamsi in eum conjicitur sordidus, nihil deperdens, nitidus et splendens extrahatur. Höchst zartfasrig häufig mit einem seidenartigen Schiller. Im Wasser gehen die Fasern so leicht auseinander und zeigen sich so biegsam, daß sie „der schönsten weißen Seide" gleichen. Ihr Hauptlager ist wie beim Strahlstein und Diopsid im Talkschiefer, von dem sie auch die Milde angenommen haben mögen. Ein Asbest aus der Tarantaise hatte nach Bonsdorf Strahlsteinbestandtheile 58,2 S̈i, 22,1 Ṁg, 15,5 Ċa, 3,1 Ḟe; ein anderer von Schwarzenstein Diopsidmasse 55,9 S̈i, 20,3 Ṁg, 17,8 Ċa, 4,3 Ḟe, freilich mit unwesentlichen Unterschieden.

Der feine Asbest (Bergflachs) kann mit Flachs zusammen gesponnen und gewoben werden. Bei Newjansk im Gouv. Perm bildet er einen ganzen Berg, und wurde früher verarbeitet (Ausland 1858. 456). Im Feuer brennt dann blos der Flachs heraus, das Gewebe wird nicht zerstört. Die Alten sollen sich daher nach Plinius 19. 4 desselben zu Leichengewändern bedient haben, um beim Verbrennen die Asche der Todten von der des Holzes zu sondern. Die Gewänder, deren man mehrere wieder aufgefunden hat, waren aber so kostbar als Perlen. Kaiser Karl V hatte davon ein Tischzeug, das er zur Belustigung seiner Gäste nach eingenommener Mahlzeit ins Feuer werfen ließ. Heutiges Tages gehört Amiant in den Hochgebirgen zu den gewöhnlichen Erfunden, schon Dolomieu sammelte auf Corsika so viel, daß er sich desselben statt Heu zum Verpacken der Minerale bedienen konnte.

Bergkork entsteht, wenn die Faser sich verfilzt. Manche davon fühlen sich fett und kalt an, sie mischen sich mit Talk (Bergfleisch); andere mager und warm, werden schwimmend leicht, und könnten mit Meerschaum verwechselt werden. Auf Erzgängen und in den Hochalpen. Oft Afterbildungen.

Gemeiner Asbest, darunter versteht man die Abänderungen mit spröderer Faser, die Farbe meist grün, weil sie vom Strahlstein herkommt. Einige dieser Massen werden fest und brechen zu langen gestreiften, krummschaligen oder geraden Splittern, die in Serpentinartige Dinge übergehen. Am Schneeberge bei Sterzing unweit Clausen in Tyrol werden dieselben in Folge von Verwitterung holzbraun, und da krummblättrige Stellen wie Aeste darin vorkommen, so nannte sie Werner Bergholz, aber trotz ihrer auffallenden Holzähnlichkeit besteht die Faser unter dem Mikroskop nur aus Kügelchen; die organische Zelle fehlt.

Es liegt in der Natur der Sache, daß der fasrige und asbestartige Zustand einer Menge von Mineralien zukommen muß: denn die fasrige Bildung beim Gyps, Aragonit, Weißbleierz 2c. hat offenbar dieselbe Bedeutung. Nur liefert bei Silicaten die Analyse keinen so sichern Anhaltspunkt, daher die Zweifel in einzelnen Fällen. Oft aber können nachbarliche Minerale entscheiden: so kommt in der Dauphiné Epidot asbestartig vor.

Byssolith Saussure Voy. Alp. Nro. 1696 gleicht grauen und blondfarbigen Menschenhaaren, aber trotz dieser Feinheit bleibt er glasig spröde, weil er auf Spalten der Feldspathgesteine mit Adular und Bergkrystall in den Hochalpen einbricht. Das Vorkommen muß wohl in einzelnen Fällen entscheiden, ob man sie für Strahlstein oder Diopsid halten soll. Ein ähnliches aber noch viel feinhaarigeres Fossil bildet der Breislakit, röthliche verworrene Fasern liegen in Drusenlöchern der Lava von Capo di Bove bei Rom und in der Lava della Scala am Vesuv. Nach Chapman's Messungen hat er die Winkel des Augits.

Krokydolith Hausmann (κροκύς Flocke), durchzieht zu Latakoo am Cap das Magnet- und Brauneisen, wie schillernder Asbest pag. 300

den Serpentin. Indigblau, wie Vivianit, und viel zäher als Amiant kann man ihn zu den feinsten Fasern zerspalten, selbst seine Fäden verlangen zum Zerreißen noch einer merklichen Kraft, und die Rißfläche zasert sich gerade wie Pflanzenfaser. Vor dem Löthrohr schmelzen die Stücke zwar leicht, kommen aber nicht so stark zum Fluß, daß sie sich kugeln. Wenn daher irgend ein Mineral auf die dem Alterthum so wichtige Eigenschaft des Asbestes Anspruch machen kann, so dieses. 50,3 $\ddot{S}i$, 35 $\dot{F}e$, 6,7 $\dot{N}a$, 2,2 $\dot{M}g$, 5,8 $\dot{H}$, 3 $\dot{F}e \ddot{S}i + \dot{R} \ddot{S}i^2 + 2 \dot{H}$. Eine erdige Abänderung brachte Lichtenstein von der roode gebroken Klip an den Ufern des Oranje River mit. Auch blaue Beschläge am Sapphirquarz pag. 241 hat man dafür gehalten, daher nannte es Leonhard fasrigen Siderit, Klaproth (Beitr. VI. 237) Blaueisenstein. Im Zirkonsyenit von Stavern im südlichen Norwegen verwachsen blaue Fasern innig mit Arfvedsonit pag. 309, der ihm durch seine Zusammensetzung gleicht.

V. Granaten.

Die Thonerde spielt in ihnen eine wichtige Rolle. Härte und Schönheit der Farbe nähert sie den Edelsteinen, als welche sie auch häufig verschliffen werden. Sie sind schon sparsamer im Gebirge zu finden, als die Hauptglieder der bisher abgehandelten 4 Familien.

1. Granat.

Die Alten stellten ihn zum Ἄνθραξ Theophrast 31, Carbunculus Plinius 37. 25. Bei Albertus Magnus de mineral. II. 7 soll das Wort Granatus zuerst vorkommen, auch Agricola 625 erwähnt Carbunculi nigrioris aspectus, quos juniores vocarunt granatos, veteres Carchedonios. Durch Wallerius wird der Name geläufiger, man leitet ihn von der Farbe der Blüthe und Körner der Granatäpfel ab. Borax granatus Linné. Grenat ou Basalte Tessulaire de l'Isle Essai 272. Garnet.

Reguläres System. Rhombendodekaeder vorherrschend, dasselbe daher passend Granatoeder genannt. Um und um krystallisirt, besonders ausgezeichnet eingesprengt in die Chloritschiefer am St. Gotthardt, Zillerthal, Falun. Niemals eine Ecke abgestumpft, daher Würfel und Oktaeder lange gänzlich unbekannt, was das Erkennen erleichtert. Erst Kranz (Jahrb. 1858. 78) fand förmliche Würfel im Kalkspath des Ober-Pfitschthales, G. Rose (Reise Ural II. 488) bei Pyschminsk im Ural Verbindungen von Granatoeder, Oktaeder und Würfel, Pfaff (Pogg. Ann. 111. 273) von Lisenz. Matte aber scharfkantige Oktaeder von lichten Farben von S. Piero auf Elba. Desto gewöhnlicher werden die Kanten durch das Leucitoeder a : a : $\frac{1}{2}$a gerade abgestumpft. Sehr wohlgebildete Krystalle kommen im Glimmerschiefer von Zimatasta in Südtyrol, Acading in Con-

necticut, beim Grossular vom Wilui ꝛc. vor. Nach der langen Diagonale der Leucitoederflächen häufig gestreift, wodurch die Granatflächen eingesetzt werden. Die Verbindung von beiden findet sich in ausgezeichneter Weise bei den prachtvollen Krystallen der Mussa-Alp in Piemont, zu Achmatowsk am Ural, am St. Gotthardt, beim Melanit von Frascati ꝛc. Dazu gesellt sich häufig das sehr gestreifte Pyramidengranatoeder $a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a$, die Kante zwischen Leucitoeder und Granatoeder abstumpfend; bei den braunen Krystallen von Orawicza im Banat soll es $a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{4}a$ sein; beim honiggelben Topazolith von der Mussa-Alp und den weißen Krystallen von Jordansmühl sogar $a : \frac{1}{63}a : \frac{1}{64}a$. Aplom (ἁπλόος einfach, Hauy Miner. IV. 461) sind grüne Kalkgranaten mit Streifung nach der kurzen Diagonale der Rhomben, was auf Würfel deutet, und daher von dem alten Meister als die einfachste Primitivform angesehen wurde. An der Mussa-Alp soll auch zuweilen ein Leucitoid $a : a : \frac{1}{3}a$ in Verbindung mit dem Würfel brechen. Daselbst fand Sismonda Krystalle, die auf ihren nach der Granatoederkante gestreiften Leucitoederflächen stark irisiren, die Farben verschwinden beim Naßmachen, und kommen nach dem Trocknen sogleich wieder zum Vorschein, Beweis, daß sie von der Interferenz des Lichtes durch die Streifung herrühren, und nicht etwa „bunt angelaufen" sind (Jahrb. 1866. 195). Pyramidenwürfel $a : \frac{1}{2}a : \infty a$, $\frac{1}{20}a : \frac{1}{19}a : \infty a$ sind Seltenheiten, beide treten bei Pitkäranta miteinander auf (Kokscharow, Material. III. 35). Am Granat von Pfitsch stumpft das Pyramidenoktaeder $a : a : \frac{3}{2}a$ zuweilen die gebrochenen Würfelkanten des Leucitoeder ab. Nach Prof. Bauer (Ztschr. d. g. Ges. 1874. 136) sind überhaupt folgende Flächen bekannt: 100, 101, 111; 210, 320, 20.19.0; 112, 113, 115, 334; 221, 331, 332; 321, 431, 64.63.1.

Härte 7—8, Gew. 3,1—4,3. Sehr schöne Farben, starker Glanz, aber meist geringe Durchscheinenheit, Strahlenbrechung 1,77.

Vor dem Löthrohr schmelzen sie im Durchschnitt nicht sonderlich schwer, die große Mannigfaltigkeit ihrer Zusammensetzung faßt man zusammen unter der Formel

$$\dot{R}^3 \ddot{S}i + \ddot{\ddot{R}} \ddot{S}i; \ \dot{R} = \dot{C}a, \dot{M}g, \dot{M}n; \ \ddot{\ddot{R}} = \ddot{\ddot{A}}l, \ddot{\ddot{F}}e, \ddot{\ddot{C}}r.$$

„Einige Arten werden bereits durch Kochen mit Salzsäure zersetzt, wobei sich Kieselerde pulverförmig abscheidet. Die Kalkreichen müssen jedoch vorher einer starken Rothglühhitze ausgesetzt werden, dann aber bilden sie mit Säuren eine Gallerte; die übrigen müssen zu diesem Zwecke bis zum anfangenden Schmelzen geglüht, oder selbst geschmolzen werden."

Ihre Fundstätte bilden hauptsächlich krystallinische Urgebirge, Urkalke und vulkanische Gesteine. Der norwegische Gneus ist besonders reich, und liefert deshalb gute Mühlsteine. Erzgänge lieben sie nicht, wohl aber bilden sie Platten in Erzlagern und Erzstöcken. Sehr merkwürdig sind auch Scheerer's Perimorphosen (Jahrb. 1858. 84): zu Arendal hüllen papierdünne Schalen von Granatsubstanz Marmor, Epidot, Hornblende, Magneteisen ꝛc. ein, und bilden so eigenthümliche Afterkrystalle.

A. Edler Granat.

Almandin, Eisenthongranat $\dot{F}e^3 \ddot{S}i^2 \ddot{A}l$, bei Falun mit 39,7 $\ddot{S}i$, 19,7 $\ddot{A}l$, 39,7 $\dot{F}e$, 1,8 $\dot{M}n$, Klaproth fand im orientalischen sogar 27,2 $\ddot{A}l$. Dunkelrothe Farbe häufig mit einem Stich ins Blau (Kolombinroth), oder ins Gelb (Blutroth). Ueber Quarzhärte, Gewicht der Zillerthaler 4,1, von Haddam 4,2, der manganreiche 4,27. Vorzugsweise im Glimmerschiefer bei Falun und im Zillerthal bis zu Kopfgröße und darüber; viel genannt wird die Granatenwand am Granatenkogel (10,440') in den Oetschthaler Fernern, ihm gegenüber liegt der Schneeberg, wo der Passerbach seine Quellen hat; klein im Glimmerfelsen (Kinzigit) der Farbemühle bei Wittichen im Schwarzwalde. Besonders geschätzt sind die orientalischen oder sirischen (nach einer frühern Stadt Sirian in Pegu), der Carbunculus des Plinius 37. 25 »optumos vero amethystizontas hoc est quorum extremus igniculus in amethysti violam exeat.« Neuere heißen sie Almandin (Agricola 625 corrupto vocabulo Almandini nominatur, quondam Alabandici, quod perficerentur Alabandis). „In den Römischen Ruinen hat man viele antike Granaten gefunden, theils rund, theils vertieft geschnitten." Letzteres sind die sogenannten Granatschüsseln, die man auf der Unterseite rundlich auszuschleifen pflegt, damit sie mehr Durchscheinenheit bekommen.

Pyrop blutroth, bei der Granatenschenke (Bergm. Journ. V. 1 pag. 252) und bei Meronitz in Böhmen bergmännisch gewonnen, wo sie wie Erbsen im verwitterten Serpentin liegen, ebenso bei Zöblitz, Rosenberg rc. in Sachsen. Agricola 625 (quos Graeci, ut etiam Ovidius, Metam. II. 2, quia valde ardent, ab ignis aspectu pyropos appellant) kennt bereits diese Fundorte. Rundliche Körner, ohne deutliche Krystallflächen, auffallender Weise sollen zuweilen bauchige Würfelflächen vorkommen. Gew. 3,7. Schmilzt entschieden schwerer als der Almandin, erhitzt wird er schwarz und undurchsichtig, nimmt aber beim Erkalten seine Farbe und Durchscheinenheit wieder an. Auffallend ist ein Talkerde- und Chromgehalt, welchen er ohne Zweifel von dem Muttergestein aufnahm. Nach Moberg (Erdmann's Journ. 1848. 43. 122) 41,3 $\ddot{S}i$, 22,3 $\ddot{A}l$, 9,9 $\dot{F}e$, 15 $\dot{M}g$, 5,3 $\dot{C}a$, 4,2 $\dot{C}r$ (Oxydul), 2,6 $\dot{M}n$, also etwa die Formel $(\dot{M}g, \dot{F}e, \dot{M}n, \dot{C}r)^3 \ddot{S}i + \ddot{A}l \ddot{S}i$. „Durch Schmelzung mit etwas Soda und Salpeter bewirkt in der essigsauren Lösung das Chrom eine Fällung durch essigsaures Blei". Die Pyrope bilden einen nicht unwichtigen Handelsartikel. Sie werden nach ihrer Größe sortirt, 32er, 40er, 70er, 100er, 165er und 400er, je nachdem so viel auf ein Loth gehen. Nicht häufig findet man Stücke von 16—24 auf ein Loth und Exemplare von $\frac{1}{5}$ Loth gehören schon zu den großen Seltenheiten.

Kaneelstein, Kalkthongranat $\dot{C}a^3 \ddot{S}i^2 \ddot{A}l$, 40 $\ddot{S}i$, 23 $\ddot{A}l$, 30,6 $\dot{C}a$, 3,7 $\dot{F}e$. Hyacinthroth bis honiggelb, daher der Name (Kaneel heißt holländisch Zimmt). Lange wurde er mit Hyacinth (Hoffmann Mineral. 1811. I. 420) verwechselt, Hauy nannte ihn daher Hessonit (ἥσσων weniger,

nemlich als Hyacinth). Er wird in eckigen mit viel Rissen durchzogenen Bruchstücken von 3,6 Gew., Kandiszucker gleichend, aus Ceylon eingeführt, wo er in ganzen Felsen ansteht. Sehr schön kommt die gleiche Farbe bei Granaten der Auswürflinge des Vesuvs vor. Schon Kobell bewies, daß die gelbrothen Krystalle mit Diopsid von Piemont, Achmatowsk, und vom St. Gotthardt auch $\dot{C}a$ als wesentlichen Gemengtheil enthalten, sie gehören in Beziehung auf Glanz und Durchscheinenheit noch zu den edlen Sorten. Im Dolomit von Mexico kommen sie von schön rosenrother Farbe vor fast verwechselbar mit Spinell. Bei Auerbach an der Bergstraße und Jordansmühl in Schlesien werden sie sogar gänzlich farblos (weiß).

B. Gemeiner Granat.

Grossular, von Werner nach der grünen Stachelbeerfarbe genannt $\dot{C}a^3 \dddot{S}i^2 \ddot{A}l$, ist meist ein ausgezeichneter Kalkthongranat, und häufig in Gesellschaft von Vesuvian, mit dem er fast gleiche Zusammensetzung hat. Wohl gebildete Leucitoeder und Granatoeder mit untergeordneten Polyedern 431 entdeckte Laxmann 1790 am Bach Achtaragda in den Wiluifluß bei Irkutsk mit Vesuvian und Achtaragdit. Sonderbarer Weise finden sich darunter Pyramidentetraeder, die besonders gern in weiße zersetzte Afterkrystalle übergiengen (Ztschr. d. g. Ges. XX. 462). Klaproth (Beitr. IV. 319) fand in den frischen 44 $\dddot{S}i$, 33,5 $\dot{C}a$, 8,5 $\ddot{A}l$, 12 $\ddot{F}e$. Im Asbest vom Mt. Rosa werden sie fast smaragdgrün. Häufig bildet der grüne Granat größere Massen in Erzlagern, Serpentinen und andern Gebirgen. Im Serpentin von Dobschaw in Oberungarn findet man wohlgebildete pistaciengrüne Krystalle, bei Miask bildet er den Kern eines ganzen Serpentinhügels. Die grüne Farbe geht zuletzt ganz ins Weiße, wie bei Slatoust (G. Rose Reise Ural II. 132) oder am Monzoniberge. Dichte Massen solcher Lager nannte d'Andrada (Scheerers Journ. IV. 34) Allochroit (ἄλλος anders, χρόα Hautfarbe), weil mit Phosphorsalz geschmolzen die Perle eine emailartige Oberfläche bekommt, welche beim Erkalten röthlichgelb, später grün, zuletzt gelblichweiß wird. Das gelblichgraue Gestein fand sich in der Wirumsgrube bei Drammen. Zu Wurliz und Pfunders grün (Miner. Taschenb. 1829. 820), am Schwarzenstein smaragdgrün, auf dem Wildkreuzjoch eigenthümlich roth und jaspisartig.

Kolophonit heißen die gelblichbraunen körnigen, welche von Kalkspath durchdrungen Nester in den Magneteisenlagern bei Arendal bilden. Farbe und firnißartiger Glanz erinnern allerdings auffallend an Kolophonium. Gew. 3,4, enthalten bis 29 $\dot{C}a$. Da jedoch in geschliffenen Platten viele Körner sich optisch zweiaxig verhalten, so ist auch Vesuvian darunter. Die schönen leberbraunen Krystalle im blauen Kalkspath im Banat und viele andere schließen sich hier unmittelbar an. Rothoffit von Langbanshyttan ist ein brauner derber Granat.

Melanit Karsten (μέλας schwarz) aus den vulkanischen Tuffen von Frascati bei Rom, wo man die schönen Granatoeder mit abgestumpften

Kanten auf den Feldern sammelt, $\dot{C}a^3 \ddot{S}i^2 \ddot{F}e$, also ein Kalkeisengranat. Ihre schwarze Farbe erinnert an Spinell und Magneteisen. Ausgezeichnet glänzend finden sie sich in Drusenräumen der Sommablöcke, in Tuffgesteinen von Oberbergen am Kaiserstuhl: 34,6 $\ddot{S}i$, 28,1 $\ddot{F}e$, 31,8 $\dot{C}a$ ꝛc. Der Perlerkopf im Brohlthal besteht aus „Nosean-Melanitgestein". Die schwarze Farbe rührt wahrscheinlich von $\dot{F}e\ \ddot{F}e$ her, denn es gibt auch braune und grüne Granaten mit einem gleichen Gehalt an Eisenoxyd, wie es überhaupt nicht möglich ist, aus der Farbe allein sicher auf die Zusammensetzung zu schließen. Auch haben Afterbildungen nicht selten auf die glänzendsten Krystalle ihren Einfluß geübt. So finden sich bei Arendal prächtige rothbraune Leucitoeder mit Pyramidengranatoeder, welche innen ganz hohl und mit den fremdartigsten Mineralen locker erfüllt sind, ohne daß man außen etwas merkt. Die Form steht hier über dem Inhalt, welch letzterer bei der Mannigfaltigkeit isomorpher Substanzen an Bedeutung durchaus einbüßt.

Mangangranat $\dot{M}n^3 \ddot{S}i^2 \ddot{A}l$ aus dem Granit des Spessarts (Spessartin) bei Aschaffenburg, den Klaproth Beitr. II. 239 unter dem Namen granatförmiges Braunsteinerz (Braunsteinkiesel) analysirte, dunkel hyacinthroth, Gew. 3,6. Klaproth gibt 35 Braunsteinkalk an. Später fand er sich auch im Granit von Haddam, Broddbo, sogar mit Ottrelith im belgischen Thonschiefer (Jahrb. 1873. 163). Talkgranat vorwaltend $\dot{M}g^3 \ddot{S}i^2 \ddot{A}l$, 13,4 $\dot{M}g$, Gew. 3,16, schwarz von Arendal.

Uwarowit (Heß Pogg. Ann. 24. 388) auf Chromeisenstein von Ssaranowskaja bei Bissersk (Katharinenburg) und Kyschtimsk im südlichen Ural, Texas in Pennsylvanien, ein ausgezeichneter Chromgranat $\dot{C}a^3 \ddot{S}i^2 \ddot{C}r$, Gew. 3,4, smaragdgrün, dem Dioptas gleichend. In wohlgebildeten kleinen Granatoedern. Wegen des Chromoxyds unschmelzbar, 22,5 $\ddot{C}r$, 30,3 $\dot{C}a$. In Canada smaragdgrüner Grossular mit 6 $\ddot{C}r$.

2. Vesuvian Wr.

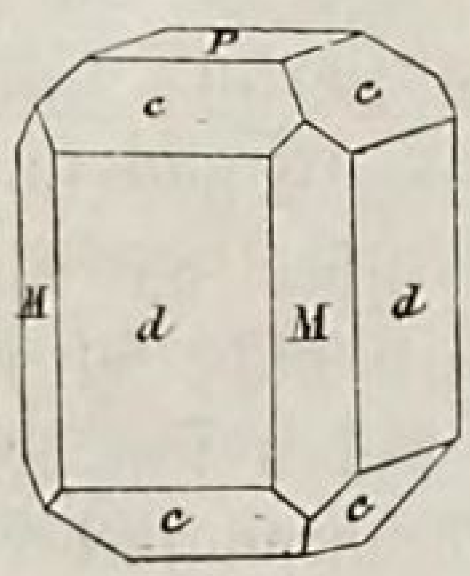
Wurde längst in Neapel als vesuvischer Edelstein verschliffen, Romé de l'Isle Cristall. II. 291 zählte ihn wegen seiner Form zum Hyacinth, und da derselbe auch mit Mejonit, Kreuzstein ꝛc. Aehnlichkeit hat, so nannte ihn Hauy Idokras (εἶδος Gestalt, κρᾶσις Mischung). Er steckt häufig in den Auswürflingen, und kommt auffallender Weise in der Auvergne und Eifel nicht vor. Zepharovich (Sitzb. Wien. Akad. 1864 Bd. 49 pag. 6) bestimmte durch 1500 Messungen 45 verschiedene Flächenausdrücke

Viergliedrig, Oktaeder c = a : a : c 129° 21′ Endkanten und 74° 27′ Seitenkanten gibt

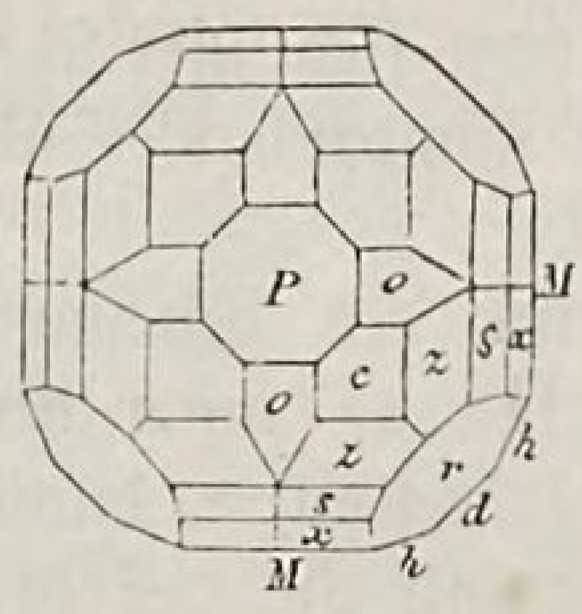
$$a = 1{,}861 = \sqrt{3{,}465},\ \lg a = 0{,}26987.$$

Flächenübersicht: P 001, M 100, d 110, f 120, h 130, 530, 740; Nebenoktaeder 0101, u 201, 102, 301, 302; Oktaeder c 111, m 112,

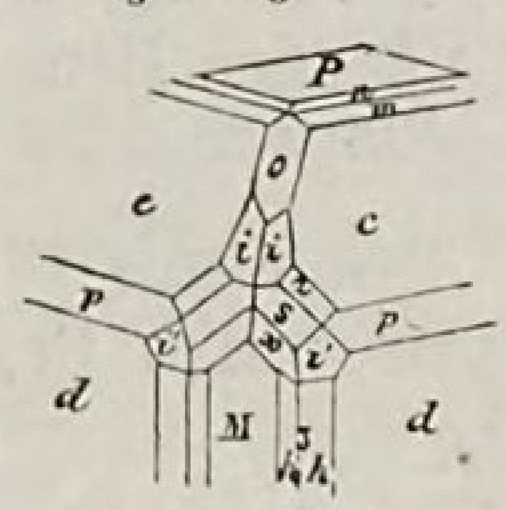
n 113, ω 221, p 331, r 441, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 1.1.10, 1.1.20, 335, 445, 885, 551; Dioktaeder z 121, s 131, x 141, ν 151, i 132, i′ 421, y 313, 747, 212, 423, 737, 383, 319, 315, 629, 171, 20.61.20. Siehe Grundriß Krystall. pag. 266.



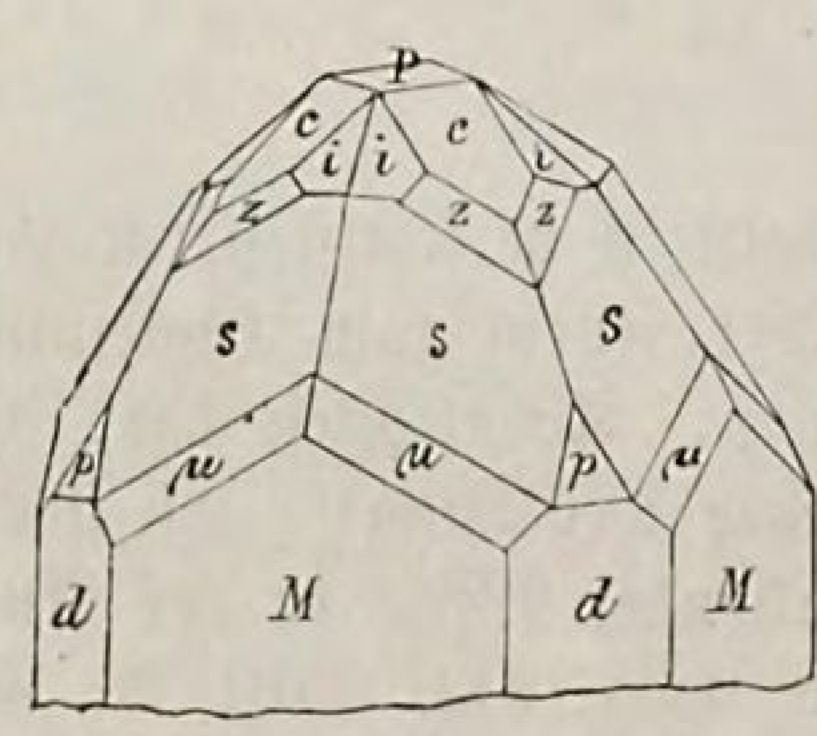
Die Geradendfläche P = c : ∞a : ∞a nebst den beiden Quadratsäulen d = a : a : ∞c und M = a : ∞a : ∞c fehlen nie, und wie die Hauy'schen Buchstaben andeuten, ist die 2te Säule M zwar nicht deutlich blättrig, aber entschieden blättriger als die erste d, welche zwar vorzuherrschen pflegt, aber immer mit starker Längsstreifung bedeckt ist. o = a : c : ∞a, h = a : $\frac{1}{3}$a : ∞c und s = a : c : $\frac{1}{3}$a findet man nicht selten untergeordnet.



Besonders reich mit Flächen bedeckt sind die Krystalle des Vesuvs. Schon Hauy zeichnete von dort ein ennéacontaédre (Neunzigflach) aus, woran außer den genannten noch die Vierkantner z = a : c : $\frac{1}{2}$a und x = a : c : $\frac{1}{4}$a, und das Oktaeder r = $\frac{1}{4}$a : $\frac{1}{4}$a : c vorkommen. Zepharovich konnte diese Fläche 441 nicht wiederfinden, und gibt sie für p 331 aus (Grundr. Krystall. 266). Oftmals findet man die Kante P/c durch n = 3a : 3a : c abgestumpft, auch eine m = 2a : 2a : c kommt vor, Philipps führt sogar noch weitere unter c an, und namentlich p = c : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{3}$a, nebst einem Vierkantner aus der Diagonalzone von o aber



zwischen z und o gelegen. Lévy maß an den Vesuv'schen noch h^3 = a : $\frac{1}{2}$a : ∞c, i = $b^1\ b^{\frac{1}{3}}\ h^{\frac{1}{2}}$ = a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$c; i′ = c : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{4}$a, k = $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{4}$a : $\frac{1}{5}$c würde Kante i/c abstumpfen. Auch Hr. v. Kokscharow (Material. Min. Rußl. 1851. I. 92) liefert uns vortreffliche Beiträge über die russischen Vesuviane. Die genauesten Messungen konnten



an einem kleinen **Krystall** der **Kumatschinskischen**-Berge bei Poljakowsk angestellt werden, welche in der Endkante des Oktaeder c/c 129° 20$\frac{1}{2}$′ ergaben: die starke Entwickelung von s 131 gibt dem Krystall ein ungewöhnlich 4 + 4kantiges Ansehen. Das Augenmerk ist besonders auf die Vierkantnerflächen μ zu richten, dem s so nahe liegend, daß Winkel s/μ = 179° 45′ gemessen wurden, welche von der Lage von s nur 15 Minuten abweichen. Trotzdem sind sie scharf ausgebildet und gut erkennbar. Sie würden etwa den ungewöhnlichen Ausdruck 100a : 303a : 305c geben. Wahrscheinlich sind es nur Störungen in der Bildung. Zu ähnlicher Erscheinung gehört auch die Menge von Längsstreifen in der Säule, welche die Krystalle nicht selten förmlich cylindrisch machen, und eine äußerliche Verwechselung mit Turmalin zulassen. Solche sondern sich

gar gern schaalig ab, indem durch Schlag ein Krystall aus dem andern herausgeschält werden kann (Eger bei Kongsberg). Zwillinge kennt man nicht. Breithaupt (Jahrb. 1860. 846) hielt die Vesuviane für Monasymmetrisch, d. h. die Endfläche P ist schief an die erste Säule d angesetzt, macht mit der vordern Oktaederfläche 142° 55′, mit der hintern 142° 47′ und mit den seitlichen je 140° 41′. Zepharovich bestätigte dasselbe zwar an den grünen Piemontesischen, machte aber mit Recht kein Gesetz daraus.

Härte 6—7, Gew. 3,4. Grüne, gelbe, braune Farben herrschen vor, letztere sind etwas schwerer 3,48. Auf der Grube Achmatowsk, wo Gänge von Kalkspath mit Chloritschiefer in Berührung kommen, findet er sich sogar roth wie Granat.

Vor dem Löthrohr schmilzt er leicht unter Blasenwerfen und verhält sich wie ein gemeiner Kalkthongranat $\dot{\mathrm{Ca}}^3 \ddot{\mathrm{Si}} + \dddot{\mathrm{Al}} \ddot{\mathrm{Si}}$, worin ein Theil der Thonerde durch $\dddot{\bar{\mathrm{F}}}\mathrm{e}$ vertreten ist. Man war früher der Granatgleichen Zusammensetzung so gewiß, daß man den gemeinen Kalkgranat sogar mit Vesuvian für dimorph hielt. Sind solche Behauptungen bei complicirten Silicaten immer nur mit größter Zweifelhaftigkeit auszusprechen, so hat Rammelsberg (Handwörterbuch IV. Supplem. 252) gezeigt, daß die Sache nur dann gelte, wenn man alles Eisen als Oxyd nehme, sonst würde man besser $3\,\dot{\mathrm{R}}^3 \ddot{\mathrm{Si}} + 2\,\dddot{\bar{\mathrm{R}}} \ddot{\mathrm{Si}}$ setzen. Die große Verwandtschaft der Mischung wird namentlich auch durch das häufige Zusammenvorkommen am Vesuv, im Fassathal, in Sibirien ꝛc. mit Kalkgranat wahrscheinlich gemacht. Die neuern Analysen von Rammelsberg (Monatsb. Berl. Akad. 1873. 418) führten abermals auch andere Formeln $(\dot{\bar{\mathrm{H}}}, \dot{\mathrm{Ca}}, \dot{\mathrm{Mg}})^{19}$ $(\dddot{\mathrm{Al}}, \dddot{\bar{\mathrm{F}}}\mathrm{e})^4\ \ddot{\mathrm{Si}}^{14}$, worin das Wasser einen verschiedenen Theil der Basen vertritt. Bemerkenswerth ist der Versuch von Magnus (Pogg. Ann. 20. 477), daß krystallisirter Vesuvian von 3,4 Gewicht zu Glas geschmolzen nur 2,9 wiegt; Magnus hatte sich ausdrücklich überzeugt, daß kein oder doch nur geringer Verlust dabei Statt gefunden, auch etwaige gebildete Blasen der Grund nicht sein konnten. Das Glas des Sibirischen vom Wilui war so schön geflossen, daß es seine Farbe durchaus nicht verändert hatte und noch zu Ringsteinen brauchbar blieb. Granat und Vesuvian sind zu diesen Versuchen, wegen ihres Wassermangels und leichter Schmelzbarkeit, besonders geeignet. Nach Fuchs wird das Glas von Salzsäure sogleich angegriffen und gesteht zu einer festen Gallerte, während das Pulver des ungeschmolzenen der Säure vollkommen widersteht.

Varietäten sind zwar nicht so mannigfach als beim Granat, doch gibt es allerlei Farben. Schwarzbraun bis Honiggelb kommen sie am Vesuv vor; braungrün sind die prachtvollen ringsum ausgebildeten Krystalle von 0,05 m am Wiluifluß (Wiluit), Endkante 130° 2′, Gew. 3,39, wo sie mit Grossular entdeckt wurden; durchscheinender zu Eger bei Kongsberg zuweilen in vollständiger quadratischer Säule mit Geradendfläche; Grasgrüne mit 2,7 pC. Wasser im Serpentin der Mussa-Alp in Piemont werden in Turin verschliffen, und können dann leicht mit Diopsid, Olivin und Epidot verwechselt werden; die braunen mit schlanken Säulen

von dort enthalten 7 $\dot{M}n$; Wachsgelbe mehr als zollgroße mit vorherrschenden Oktaederflächen brechen am Monzoniberge im Fassathal. An andern Punkten des Fassathals finden sich auch ringsum gebildete Krystalle von Zirkonartiger Farbe, die wegen der Verziehung ihrer Flächen schwer zu stellen sind. Egeran nannte Werner die braunen stark gestreiften Strahlen im körnigen Marmor des Granits von Haßlau bei Eger in Böhmen, ähnliche Strahlen, aber mehr in dicken riesigen Krystallen finden sich zu Egg bei Christiansand. Cyprin des Berzelius mit rothem Thulit im Quarz von Souland bei Tellemarken hat durch Kupferoxyd eine schöne himmelblaue Farbe bekommen. Frugardit von Frugard in Finnland hat 10,6 Talkerde, ist aber sonst wie der von Gökum in Roslagen in Schweden Vesuvian (Gökumit oder Loboit); Thomson's graulichgelber Xanthit körnig im Kalkstein von Amity soll drei blättrige Brüche und die Formel $2\,\dot{C}a^3\,\dddot{S}i + (\dddot{A}l, \dddot{F}e)^2\,\dddot{S}i$ haben, nach Dana stimmt dagegen die Form mit Vesuvian. Zu Sandford in Maine kommt ein mächtiges Lager von 200′ zwischen Granit und Trapp vor (Jahrb. 1857. 167). Alle liegen vorzugsweise im Urkalk, sofern dieser krystallinische Gesteine begrenzt, wie bei Auerbach an der Bergstraße (Scheerer Zeitschr. deutsch. geol. Ges. IV. 31). Schwarz am Monte Rosa mit vielen neuen Flächen.

3. Epidot Hy.

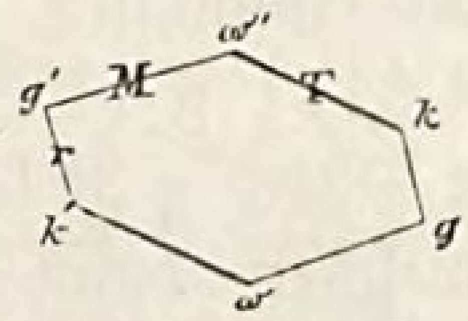
Von ἐπιδίδωμι zugeben, weil Hauy nicht die rhombische, sondern die rhomboidische Säule mit Geradendfläche als Primitivform fand, also in der rhombischen Säule auf einer Seite zugeben mußte. De l'Isle Crist. II. 401 beschreibt und bildet ihn sehr deutlich ab als Schorl vert du Dauphiné, Saussure's Delphinite, Werner vermischte ihn mit Strahlstein, und Andrada (Scheerer Journ. Chem. IV. 20) beschreibt schon 5 ℔ schwere Krystalle aus den Eisensteingruben von Arendal unter dem Namen Akanthikone. Kokscharow, Hessenberg und Zepharovich (Sitzungsber. Wien. Akad. 1859. XXXIV. 480) untersuchten die Krystallformen. Neuerlich hat das prachtvolle Vorkommen aus dem Sulzbachthale im Pinzgau, wo an der sogenannten Knappenwand sich 5 Zoll lange und 1 Zoll dicke Krystalle im herrlichsten Glanze fanden, Klein (Jahrb. 1872. 11), 3 (1874). Rath (Pogg. Ann. 115. 472) und Andere zu neuen Messungen angeregt.

Gewendet 2+1gliedrig. Weiß hat ihn bereits 1806 (Hauy's Lehrb. der Miner. III. 132) richtig erkannt, und in den Abh. Berl. Akad. 1818 pag. 242 ausführlich beschrieben. Aus dieser für alle Zeiten klassischen Darstellung geht hervor, daß die Krystalle nach ihren Schiefendflächen in die Länge gezogen sind, und daß diese also quer der Axe b parallel gelegt (gewendet) werden müssen, um sie mit dem Feldspath vergleichen zu können. Von den Schiefendflächen ist hinten $M = \frac{1}{5}a' : \infty b$ oft sehr deutlich blättrig und darstellbar, während vorn $T = \frac{1}{3}a : \infty b$ weniger deutlich bleibt, $r = a : \infty b : \infty c$ ist gegen M schärfer geneigt als gegen T:

wir haben also eine rhomboidische Säule M/T von $114\frac{1}{2}^0$, deren scharfe Kante durch r schief abgestumpft wird. Auf die Säule ist meist ein vorherrschendes Paar $n = a : b : \infty c$ aufgesetzt, das sich unter dem Oktaederwinkel $109\frac{1}{2}^0$ schneidet. Die Winkelangaben weichen etwas von einander ab, nach

Mohs M/T = 115.24, M/r = 116.18, T/r = 128.18, n/n = 109.27
Phillips . . . 115.41, . . . 114.40, . . . 129.39, . . . 109.10
Kupfer . . . 114.26, . . . 116.12, . . . 129.22, . . . 109.20

Axenverhältniß nach Weiß $a : b : c = \sqrt{150} : \sqrt{75} : 2$.



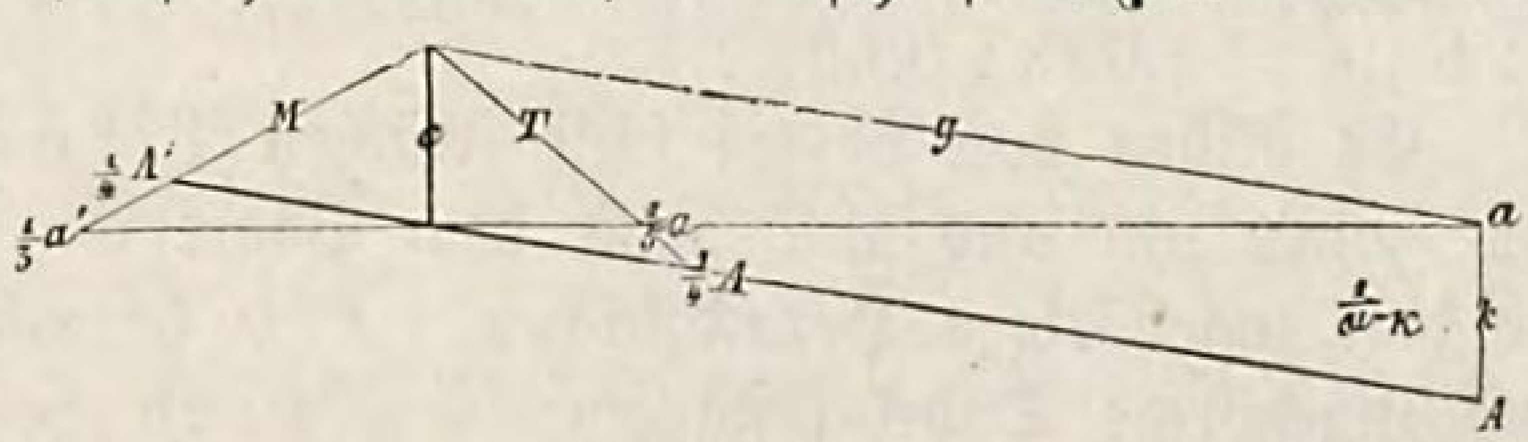
Legen wir der Rechnung die Kupfer'schen Messungen zu Grunde, so beträgt der Unterschied von rechtwinkligen Axen a/c nicht eine volle halbe Minute, die Axen kann man also im schärfsten Sinne des Worts rechtwinklig nehmen, und

$$a : b = 6,097 : 4,322 = \sqrt{37,17} : \sqrt{18,68},$$
$$\lg a = 0,78510, \ \lg b = 0,63569.$$

Nach den Messungen von Kokscharow wird $a : b = 6,326 : 4,43$ und der Winkel hinten auf der Seite von M nur $90^0\ 2'\ 7''$, was in die Grenzen des Irrthums fällt, Rath Pogg. Ann. 115. 477: für diesen Fall steht Axe a senkrecht auf T 100, es wird M 301, o 381, r 5'01, n 5'81 ꝛc., und die Axen der optischen Elasticität fallen damit zusammen. Die Flächen M T r n n treten gern selbstständig auf bei Krystallen von Arendal, die scharfe Säulenkante von $n/n = 70^0\ 33'$, liegt dann vorn, und auf sie sind die Schiefendflächen gerade aufgesetzt. In der Dauphiné herrscht am Ende der gewendeten Säule $P = b : \infty a : \infty c$ vor, sie stumpft die stumpfe Säulenkante von n/n gerade ab, man kann daran die Strahlen leicht von Hornblende unterscheiden, muß sich aber vor Verwechselung mit Vesuvian in Acht nehmen. In der „Methode der Krystallographie pag. 348 Tab. VII Fig. 26—28" habe ich außer diesen fünf noch folgende in das Bild gebracht:

$g = a : \infty b$, $d = a : \frac{1}{4}b$, $u = \frac{1}{5}a : \frac{1}{4}b$, $z = \frac{1}{5}a : \frac{1}{8}b$,
$h = \frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b$, $o = \frac{1}{3}a' : \frac{1}{8}b$, $x = \frac{1}{11}a' : \frac{1}{8}b$, $y = \frac{1}{13}a : \frac{1}{8}b$,
$q = \frac{1}{13}a : \frac{1}{16}b$, $l = \frac{1}{13}a : \infty b$, $s = \frac{1}{11}a' : \infty b$, $e = a : 2b : \infty c$.

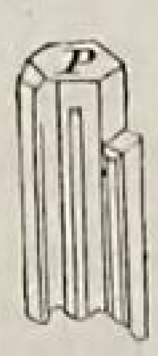
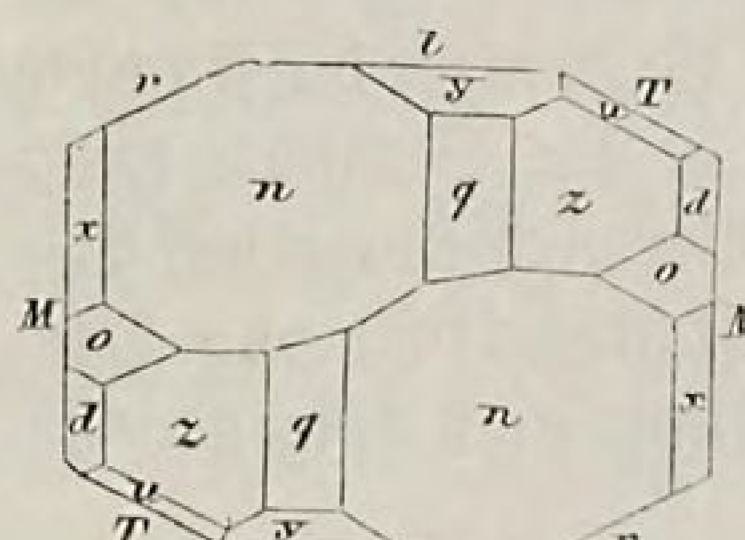
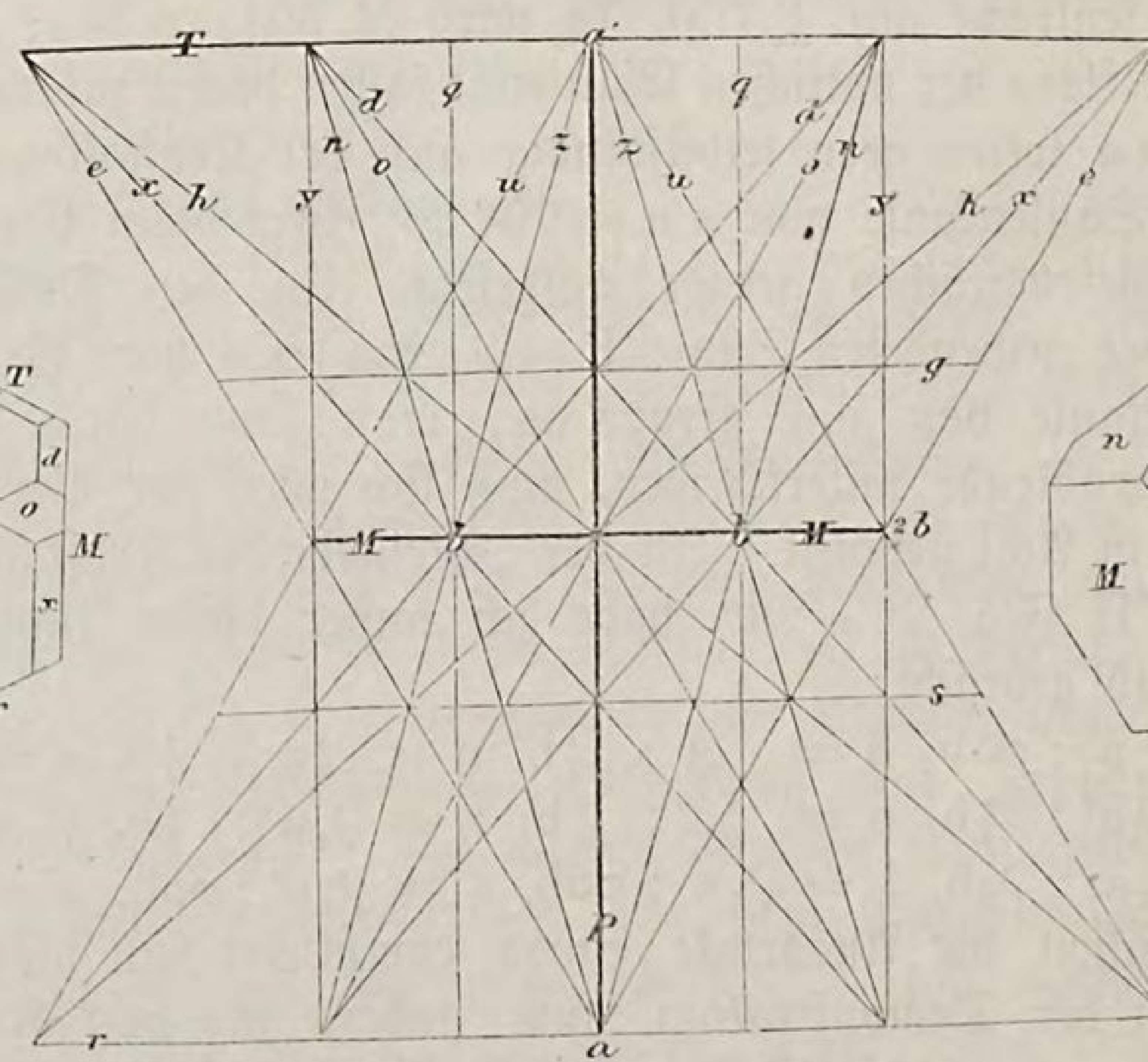
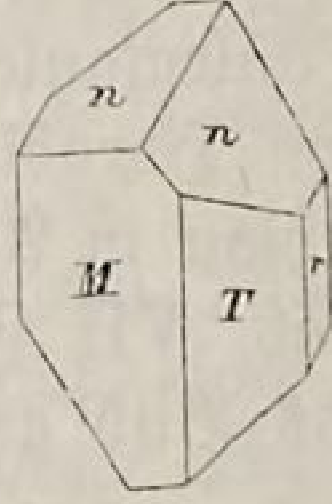
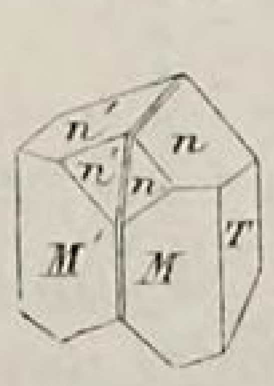
Wenn schon die Ausdrücke etwas complicirt sein mögen, so kann man doch bei der Demonstration kaum anders als von der Säule n/n ausgehen, um dann die Schiefendfläche T und hintere Gegenfläche M sofort folgen zu lassen. Wer einfachere Axenausdrücke suchen wollte, müßte jedenfalls bei der Säule n/n stehen bleiben, und **schiefe Axen** AA' von $80^0\ 40'$ in der Schiefendfläche $g = a : c : \infty b$ legen. Dann wäre bei gleichen c und b, $A = 6,175$, und $k = c = 1$;



die Uebertragung der Axen a in A geschähe nach der Formel vorn $\dfrac{1}{\mu - k}$

und hinten $\frac{1}{\mu + k}$. Mit Hilfe unseres kleinen Schemas kann man sie ablesen:
$g = \infty A : \infty b$, $d = \infty A : \frac{1}{4}b$, $u = \frac{1}{4}A : \frac{1}{4}b$, $z = \frac{1}{4}A : \frac{1}{8}b$,
$h = \frac{1}{4}A' : \frac{1}{4}b$, $o = \frac{1}{4}A' : \frac{1}{8}b$, $x = \frac{1}{12}A' : \frac{1}{8}b$, $y = \frac{1}{12}A : \frac{1}{8}b$,
$q = \frac{1}{12}A : \frac{1}{16}b$, $l = \frac{1}{12}A : \infty b$, $s = \frac{1}{12}A' : \infty b$, $n = a : b : \infty c$.
Die Ausdrücke sind jetzt Multipla von 4 geworden; würde man die Nebenaxen auf ein Viertheil herabsetzen A : b = 1,544 : 1,08, so kämen die einfachsten Zahlen: r 100, g 001, P 010; M 1'01, T 101, n 110, d 011; u 111, h 1'11; z 121, o 1'21; e 210; l 301, s 3'01; y 321, x 3'21; q 341. Vollständiges Hexaid, Dodekaid und Oktaid gehen voran, welchen dann die übrigen Ausdrücke der einfachsten regulären Körper folgen. Dies wäre ich möchte sagen der nothwendige Fortschritt gewesen. Statt dessen nahm

Mohs willkührlich $M = a : \infty b : \infty c$ aufrecht, $r = a : c : \infty b$ und $T = a' : c : \infty b$ als Schiefendflächen, und $n = a : b : c$. Er verlor damit die schöne Säule n/n, welche nothwendig zu einer guten Demonstration gehört, und legte so den Grundstein zu jener endlosen Verwirrung.

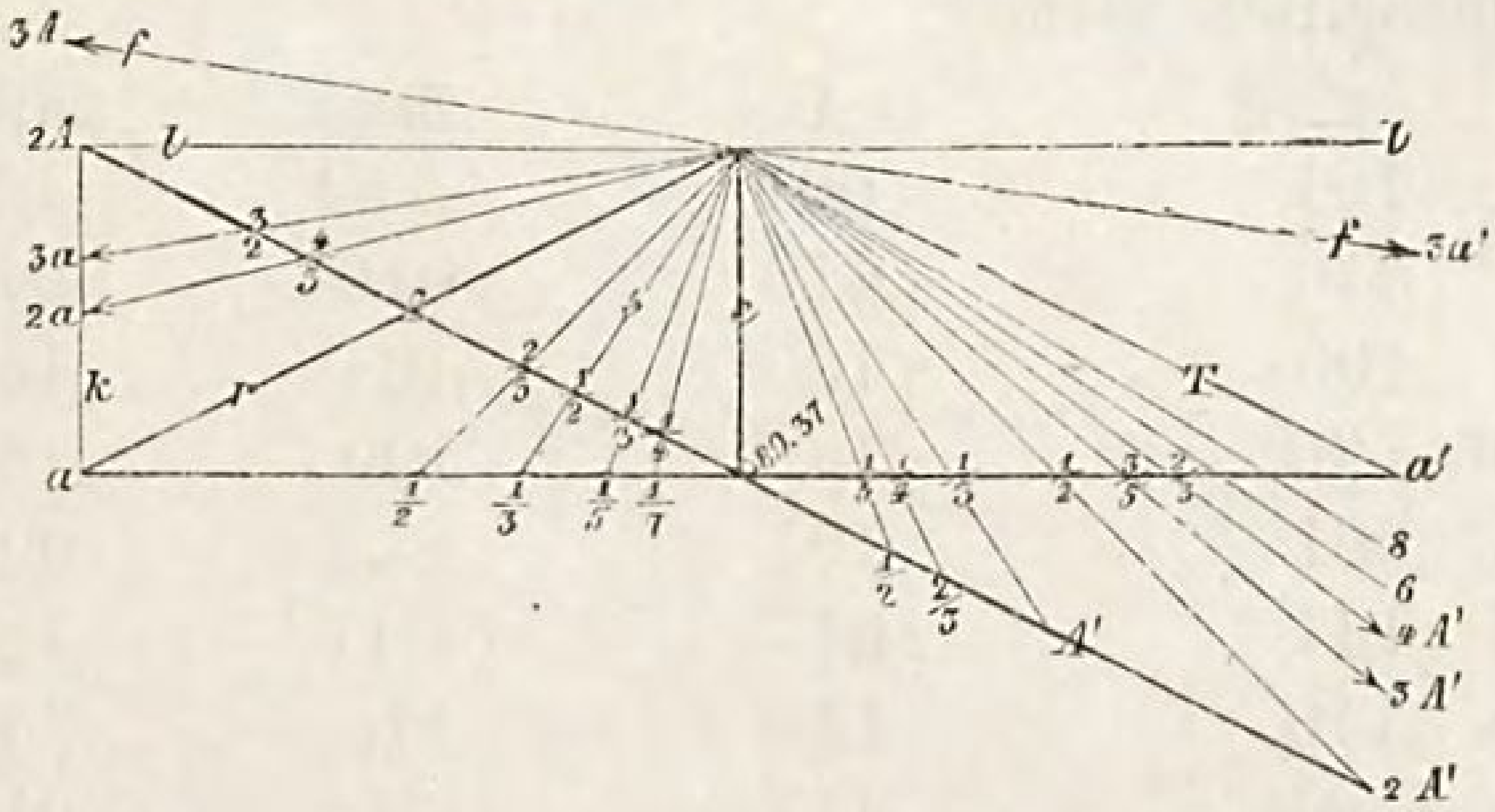






Zum Verständniß diene **vorstehende Projection.** Nach den Rechnungen von Zepharovich würde vorn c/a 90° 23' (Mohs 91° 5') betragen, und a : b : c = 2,055 : 0,628 : 1.

Es bilden von obigen fünf Flächen T M n n ein Oktaid, und r in den Zonen n/n und M/T nebst dem Paare $d = \frac{1}{3}a' : b$ in T/n und M/n die drei zugehörigen Hexaidflächen. $P = b : \infty a : \infty c$ und $g = \frac{1}{3}a' : \infty b$ sind zugehörige Dodekaidflächen; $o = a : 2b : \infty c$ geht durch den Mittelpunkt P/M und durch die Oktaidkante T/n; $y = 2b : \infty a$ liegt ebenfalls in T/n und ferner in o/r; $z = a' : b$ liegt in der Diagonalzone T/P und in o/r; $u = a' : 2b$ abermals in T/P und d/r; $l = c : \infty a : \infty b$

ist die Geradendfläche, auf welche alle projicirt sind, denn sie liegt in den beiden Zonen u/o; q = b : ∞a liegt in P/y und M/n; x = $\frac{1}{3}$a : b in M/n und o/r; h = a : 4b : ∞c geht vom Mittelpunkte nach d/r; s = $\frac{1}{3}$a : ∞b liegt in T/r und n/o; e = a : 2b in P/r und s/z. Aber hiermit nicht genug, hat

Miller abermals verstellt, nimmt T als Basis, und A : b : c = 1,142 : 0,632 : 1, A/c = 64° 36′. Glücklicherweise ist b bei beiden gleich, machen wir uns daher in der **Medianebene** wieder einen **Aufriß**, so liege der scharfe Winkel a/c = 89° 37′ hinten, dann ist AA′ die neue Axe, k = c = 1. Um Mohs in Miller zu übertragen,



gilt vorn $\frac{1}{\mu + k}$. Leider correspondirt a dem 2A, ich muß daher noch mit 2 multipliciren. Also T = a′ : c = $2 \frac{1}{1-k}$ A′ : c = ∞A : c; r = a : c = $2 . \frac{1}{1+k}$ A : c = A : c; s = $\frac{1}{3}$a : c = $2 . \frac{1}{3+1}$ A : c = $\frac{1}{2}$A : c 2c. Da auch alle übrigen Flächen in irgend eine Diagonalzone fallen müssen, wie d = $\frac{1}{3}$a′ : b : c = $2 . \frac{1}{3-1}$ A′ : b : c = A′ : b : c, so ist die Aufgabe bald zu lösen. Freilich verwirrt man sich leicht, indem der eine Schriftsteller vorn heißt, was der andere hinten, und in der Axenbenennung das bunteste Durcheinander herrscht. Kokscharow (Mater. III. 268) blieb zwar bei dieser Anschauung, nahm aber mit Marignac den ersten Blätterbruch M 001 zur Basis, wobei natürlich die Zeichen von d 111 und n 1′11 sich nicht änderten, die Axen aber in Weißischer Benennung A : b : c = 1 : 0,633 : 1,142 heißen. Klein und Rath folgen ihm, und fügen ihren Messungen Linearprojectionen bei, die uns vollkommen orientiren. Darnach fanden sich an den Sulzbachern wieder sieben neue Flächen: p 016, ϑ 3′04, μ 1′16, χ 6′11, δ 1′41, ζ 5′21, λ 1′.1.15; am Russischen nach M. v. Tarassow 313, 401, 3′05; bei Striegau nach Dr. Becker sogar 20.0.21, 61.60.61. Zepharovich (Sitzb. Wien. Akad. 1862 XLV. 1 pag. 387) stellte 57 verschiedene Flächenausdrücke zusammen. Das vollständigste Register lieferte Schrauf (Sitzb. Wien. Akad. 1871 LXIV. 1 pag. 159), aber um den Epidot mit der Kupferlasur in Parallele zu bringen, nimmt er y 2′11 zur Säule a : b : ∞c 103′16′, o 011 macht dann 89° 47′ gegen 1 100, und u 2′12 hinten ein Augitpaar a′ : b : c mit 108° 52′ in der Mediankante. Dann sind die Axen a : b : c = 0,79 : 1 : 1,638 und die Axenschiefe nur 90° 25′. Klein brachte es auf 73 verschiedene Formen.

Sehr störend ist der stetige Axenwechsel. Man wird auch hier nicht anders zur Einheit gelangen, als zur ursprünglichen Weiß'schen Orientirung a vorn, b seitlich, c oben zurückzukehren.

Vereinigen wir außerdem übersichtlich, was früher Lévy (Minér. Heuland. II. 144), Marignac (de la Rive Archiv. Scienc. phys. 1847. IV. 148), Kokscharow, Hessenberg, Zepharovich kannten, so haben wir noch folgende ansehnliche Reihe:

	Weiß	Q.	Mohs	Miller.		
g	101	001	3'01	1'01		
P	010	010	010	010	P/g	90°
r	100	100	101	101	r/g	98° 41'
M	3'01	1'01	100	100	M/r	115° 37'
T	501	101	1'01	001	TM	116° 15'
d	141	011	3'11	1'11	d/d	96°
n	110	110	111	111	n/n	70° 40'
u	541	111	2'12	012	u/u	109°
h	3'41	1'11	410	210	h/h	101° 43'
f	901	201	1'03	103	f/M	98° 38'
π	7'01	2'01	501	301		
i	301	102	5'03	1'03		
e	210	210	212	212	e/M	111° 6'
7	120	120	121	121		
l	13.01	301	001	102	l/T	153° 59'
s	11'.01	3'01	301	201	s/M	145° 39'
k	703	103	2'01	1'02		
m	1'03	1'03	5'01	2'01		
3	1.16.1	041	3'21	1'21	3/l	105° 47'
8	150	150	151	151	8/n	152° 59'
9	160	160	161	161	9/l	96°
α	5'03	2'03	11'.01	5'01	α/T	126° 9'
λ	21.01	501	103	203		
τ	19'.01	5'01	201	302	τ/r	109° 57'
σ	17'.03	5'03	701	401		
μ	53.01	13.01	507	607		
β	29.01	701	102	304		
δ	25.0.13	3.0.13	104	508		
o	3'81	1'21	210	110	o/T	102° 59'
z	581	121	111	011	z/M	104° 16'
ε	1'21	1'12	7'11	3'11		
ϱ	7'41	2'11	511	311		
ω	783	123	4'12	1'12		
v	1'83	1'23	5'11	2'11		
y	13.8.1	321	012	112	y/T	134° 55'
x	11'.8.1	3'21	311	211	x/M	128° 5'
4	185	1'25	8'12	3'12		

	Weiß	O.	Mohs	Miller.		
ϑ	5.16.1	141	1'21	021		
1	5.40.1	1.10.1	1'51	051		
2	7.24.3	163	4,32	1'32		
q	13.16.1	341	011	122	q/q	115° 14'
Q	11'.16.1	3'41	321	221	Q/M	66° 21'
R	7'.16.1	2'41	521	321	R/P	140° 23'
N	19'.24.1	5'61	432	332	N/z	169° 12'
6	29.16.1	741	112	324		
γ	9'83	3'23	610	310		
t	15.16.3	343	3'23	023		
5	7'.32.5	3'85	9'41	4'41		
D	17'.8.3	5'23	711	411	D/P	114° 7'
η	31.8.3	723	1'15	215		
φ	39.16.3	943	013	326		
z	59.32.7	13.8.7	2'25	3.4.10.		

Zwillinge haben den 2ten Blätterbruch T = $\frac{1}{5}$a : c : ∞b gemein und liegen umgekehrt, und da die Kante n/n = 109° 20' gewöhnlich das Dach bildet, so zeigt sich dann ein einspringender Winkel n/n = 131° 8' und der aus- und einspringende M/M' = 129° 12', dem Zwillingsgesetz des Cyanits ähnlich, zumal wenn die Krystalle strahligblättrig werden. Dieselben bewogen Marignac, den Epidot nach T aufrecht zu stellen, wodurch T = a : ∞b : ∞c wird, z = a : b : ∞c, M = $\frac{1}{3}$a : c : ∞b ꝛc. Man hat dann den Vortheil, daß die zweigliedrige Ordnung sofort wie bei andern in die Augen springt. Wiederholungen (Viellinge) nicht selten im Pinzgau, wobei durch Zwischenschiebung einer Lamelle die Krystalle leicht einfach aussehen. Seltener ist ein zweiter Zwilling, welcher M gemein hat (Jahrb. 1874. 12). Klein behauptet, daß den meisten scheinbar einfachen Krystallen Zwillingspartikeln eingesprengt seien, welche sich bei Dünnschliffen verrathen.

Große Neigung zu schaaliger Absonderung, so daß man bei Krystallen von Arendal Kappe auf Kappe abnehmen kann, woran jede die gleichen Krystallflächen hat. In den Alpen, dem Fichtelgebirge werden sie gern schilfartig strahlig. Die optische Mittellinie geht in der Medianebene ungefähr dem zweiten Blätterbruch T parallel. Genauer geht Descloizeaux (Mém. Inst. impér. 1867 XVIII. 132) von den Blätterbrüchen M/T = 115° 27' aus, dann liegt die Mittellinie der grünen Strahlen im scharfen Winkel, und macht mit T 1° 42' folglich mit M 62°.51'. Nach Kenngott (Uebers. 1858. 98) brauchbar wie Turmalin zu optischen Versuchen. Härte 6—7, Gewicht 3,2—3,5, die größere Schwere hängt vom größern Eisengehalt ab. Farbe meist trübe: pistaciengrün sind die undurchsichtigen, braun, aschgrau ꝛc. Trichroismus: senkrecht zu T braun; senkrecht zu P, also parallel T, grün; nach der dritten senkrechten Dimension gelb.

Vor dem Löthrohr schmelzen sie unter Blasen und Krümmen, allein die Schlacke erstarrt gleich, daher nannte sie Klaproth unschmelzbar. Ihre

Formel $\dot{R}^3 \ddot{Si} + 2 \ddot{R} \ddot{Si}$ soll mit Skapolith stimmen. $2 \dot{H}$, kein $\dot{F}e$ (Pogg. Ann. 76. 95). Neuere Formel $\dot{H} \dot{C}a^4 \ddot{A}l^3 \ddot{Si}^4$.

Epidot gehört zu den verbreiteten Mineralen, besonders in schmalen Gängen des Hochgebirges der Alpen. Häufig in den Hornblendegeschieben von Oberschwaben an der Saftgrünen Farbe zu erkennen. Hin und wieder spielt er auch in den Mandelsteinen eine Rolle, wie z. B. die mächtigen Gänge bei den Kupfergruben des Lake Superior beweisen, wo ein Amerikanisches Dorf Epidot heißt. In Neuholland (Victoria) bildet er mit Quarz und Hornblende Felsen (Epidosit). Dagegen ist er „am Vesuv noch nicht gefunden".

a) Pistacit Wr. nach der saftgrünen Farbe der Pistaciennüsse genannt. Karsten's Thallit. Dieses dunkele Pistaciengrün mit einem starken Stich ins Gelbe ist in der That auch so charakteristisch, daß man die feinsten Nadeln in den Mandelgesteinen an der Farbe wieder erkennt. Die schönsten Krystalle finden sich in den Magneteisengruben von Arendal (Akanthikone), und im Pinzgau, reichlich mit Flächen begabt. Dann kommen die feinstrahligen von Bourg d'Oisans mit Geradendfläche P an der gewendeten Säule (Delphinit). Die Scorza der Wallachen in den Goldwäschen von Muska in Siebenbürgen ist sandig. Diese grünen verdanken ihre Farbe wohl dem Reichthum an Eisenoxyd $\dot{C}a^3 \ddot{Si} + 2 (\ddot{A}l, \ddot{F}e) \ddot{Si}$. Vauquelin fand 24 $\ddot{F}e$. Er schmilzt leicht zu einer blasigen Schlacke, die schnell unschmelzbar wird, und krümmt sich dabei etwas. Merkwürdig ein Gehalt an Zinnoxyd, bei Finnländischen nahe 1 p. C. betragend.

b) Kalkepidot $\dot{C}a^3 \ddot{Si} + 2 \ddot{A}l \ddot{Si}$. Zu ihm gehören unter den Krystallen die braunen vom Montblancgebirge und die wachsgelb durchsichtigen vom Rothenkopf im Zillerthal. Sie sind im Hochgebirge vereinzelt gar häufig zu finden. Aber noch verbreiteter ist der aschgraue strahlige, der in derben Stücken zu Weissenstein im Fichtelgebirge im Granit lagert, in den Alpen im Quarz ꝛc. Sein erster Blätterbruch sondert sich schaalig ab. Vor dem Löthrohr schmilzt er in großen Blättern viel leichter als Pistacit, bläht sich dabei blumenkohlartig auf, allein die poröse Schlacke wird eben so schnell unschmelzbar. Werner nannte diese **Zoisit**, da Baron v. Zois in Laibach sie zuerst auf der Saualpe in Kärnthen (Saualpit) entdeckte und Klaproth (Beitr. IV. 180) darin 21 $\dot{C}a$ neben 3 $\ddot{F}e$ fand. Descloizeaux (Ann. des min. 1859. XVI) beschreibt sie als 2gliedrige Säulen von 116° 16′, deren scharfe Kante durch den deutlich blättrigen Bruch gerade abgestumpft wird. In diesem Blätterbruch liegt die Ebene der optischen Axen mit der Mittellinie senkrecht gegen die stumpfe Säulenkante. Durch Erwärmen gehen die Axen zusammen, und in der senkrechten Ebene wieder auseinander. Dasselbe Verhalten zeigt auch Thulit.

c) Manganepidot, Werner's piemontesischer Braunstein (Piemontit), von kirschrother Farbe. Cordier fand ihn bei St. Marcel im Aostathal. Seine Structur gleicht der vom Zoisit, aber er schmilzt noch leichter, schwellt nicht auf, und die Schlacke hält sich lange im Fluß,

doch erstarrt sie zuletzt auch. Cordier fand 12 $\dot{\overline{M}}n$ und 19,5 $\dot{\overline{F}}e$, spätere Analysen sogar 19 $\ddot{M}n$, daher geben sie mit Borax in der äußern Flamme ein amethystfarbiges Glas, das man in der innern leicht farblos bläst. $\dot{C}a^3 \dddot{S}i + 2 (\ddot{A}l, \dot{\overline{M}}n, \dot{\overline{F}}e) \dddot{S}i$, 0,4 kupferhaltiges Zinn. Auch er hat basisches Wasser, daher nach Rammelsberg (Monatsb. Berl. Akad. 1873. 430) $\dot{H} \dot{C}a^4 \dddot{R}^3 \dddot{S}i^4$. Der mitvorkommende Violan, nach der blauen Farbe benannt, verhält sich optisch wie Diopsid.

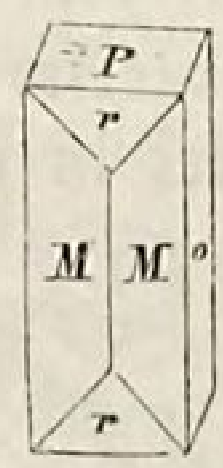
Brooke's rosenrother Thulit, im Quarz mit spangrünem Vesuvian zu Tellemarken und Traversella soll die Blätterbrüche und Zwillinge des Epidot's haben, seine Farbe verdankt er 1,6 $\ddot{M}n$, ein derber rosenrother von Arendal enthielt 0,22 Vanadinsäure. Vor dem Löthrohr brennt er sich weiß, und verhält sich durchaus wie Epidot. Brewster's Withamit in gelbrothen Krystallen aus d n Mandelsteinen von Glencoe bildet unsymmetrische sechsseitige Säulen M/T = 116° 14′ und T/r = 128° 20′ mit dem Säulenpaare n/n aufgesetzt, entspricht daher ganz der gewöhnlichen Form. Der sogenannte schwarze Sphen von Achmatowsk, lange zum Bucklandit gestellt (Kokscharow Material. III. 289), ist ungewendet 2+1-gliedr. Epidot.

Nach neuern Untersuchungen sollen auch Orthit (Allanit, Cerin ꝛc.) die Krystallform des Epidots zeigen, und man hat sich daher bemüht, diesen complicirten Mischungen die einfache Formel des Epidots ($\dot{H}^2 \dot{C}e \dot{C}a \dot{F}e \ddot{A}l^3 \dddot{S}i^4$) zu geben. Ihrem Aussehen nach gehören sie aber zu den Metallsteinen.

4. Staurolith.

Σταυρός auf die kreuzförmigen Zwillinge anspielend, Aldrovand und später de la Metherie bedienen sich bereits dieses Namens, welchen Hauy in Staurotide änderte. L'Isle Essai 165 hieß ihn Pierres de Croix, vom Präsident Robien 1751 massenhaft in der Bretagne entdeckt. Cronstedt Miner. § 75 Basler Taufstein, „weil man ihn den Kindern nach der Taufe umhing." „Er gleichet einem Kreuze, und wird deßwegen lapis crucifer genennet." Nach der rothen Granatfarbe heißen die von Cheronico am St. Gotthardt auch Granatoid.

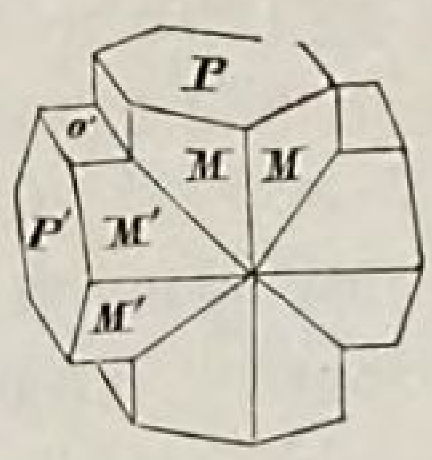
Zweigliedrig mit Winkeln, wie sie bei regulären Krystallen vorkommen, woraus Weiß (Abh. Berl. Academ. 1831. pag. 313) die ungewöhnlichen Zwillingsbildungen begreifen lehrte. Einfache Krystalle machen eine geschobene Säule M = a : b : ∞c 129° 20′, deren scharfe Kante durch den ziemlich deutlichen Blätterbruch o = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft wird. Eine Geradendfläche P = c : ∞a : ∞b fehlt nie. Solche MPo kommen in ungeheurer Zahl im glimmerigen Thonschiefer von Quimper in der Bretagne vor. Bei denen aus der Schweiz pflegt noch das Paar r = a : c : ∞b zu sein, die sich über P unter 70° 32′, dem Winkel des regulären Tetraeder, schneiden. Daraus würden die Axen



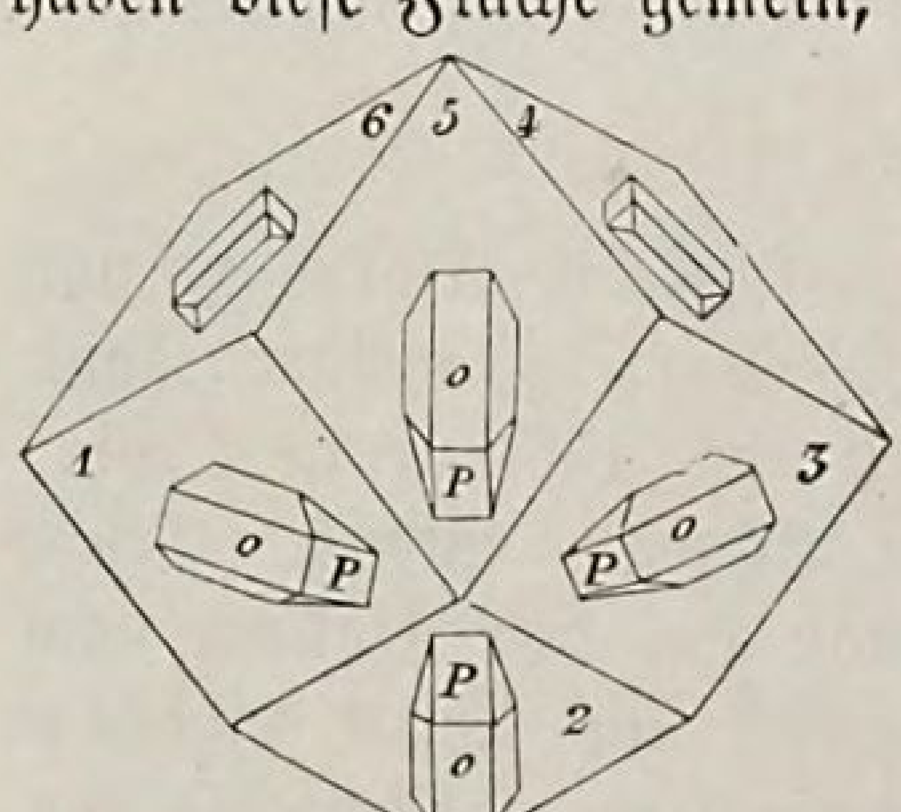
$$a : b : c = \sqrt{2} : 3 : 2$$

folgen. Nähme man o als Granatoederfläche, so würde P eine zweite, aber von o differente sein, stellt man diese oP einem rechtwinkligen Paare am Granatoeder parallel, so kann man statt den vordern Endkanten des Oktaeders am Granatoeder die M als Leucitoidflächen a : a : $\frac{1}{3}$a (129° 31′) und die r als Leucitoederflächen a : a : $\frac{1}{2}$a (über P 70° 31′ 44″ = Tetraederwinkel) nehmen, dann wären von den 12 Parallelräumen dieser Körper je $\frac{1}{6}$ vorhanden, also eine Hektoedrie. Halten wir demnach den Staurolithsäulenwinkel als 129° 31′ 16″ und die Zuschärfung als 70° 31′ 44″ fest, so haben wir

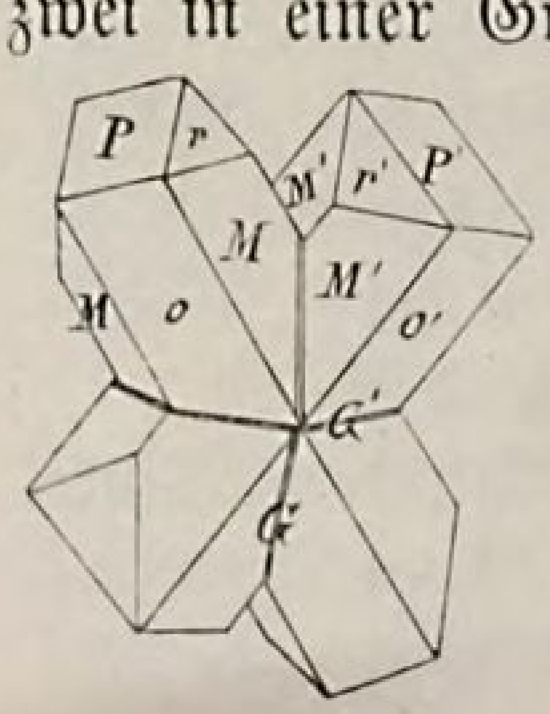
1sten Zwilling: zwei Individuen kreuzen sich rechtwinklig, die stumpfen Säulenkanten liegen im obern Niveau und würden beide durch a : ∞b : ∞c abgestumpft. Es spiegelt also der Blätterbruch o′ des einen mit der Geradendfläche P des andern und umgekehrt ein. Die Blätterbrüche o/o bilden jetzt eine quadratische Säule, und stellt man diese einer der quadratischen Säulen des Granatoeders parallel, so bilden MM M′M′ das daraufstehende Oktaeder der zugehörigen Leucitoidfläche a : a : $\frac{1}{3}$a, daher muß der einspringende Winkel M/M′ = 144° 54′ 11″ der Winkel der Oktaederkanten dieses Leucitoides sein. Die beiden Grenzebenen sind Würfelflächen, welche sich daher unter rechten Winkeln schneiden: am Staurolith würden sie den Ausdruck b : $\frac{3}{2}$c : ∞a bekommen, darum sagt man auch, die Zwillingsindividuen haben diese Fläche gemein, und liegen umgekehrt.



Da nun das Granatoeder drei rechtwinklige Säulen hat, so kann ich in dreierlei Weise die quadratische (o/o oder P/P) des Zwillings denselben parallel stellen. Drei Zwillinge in dieser Stellung durchdrungen gedacht müßte daher ein vollständiges Leucitoid mit Granatoederflächen bilden.

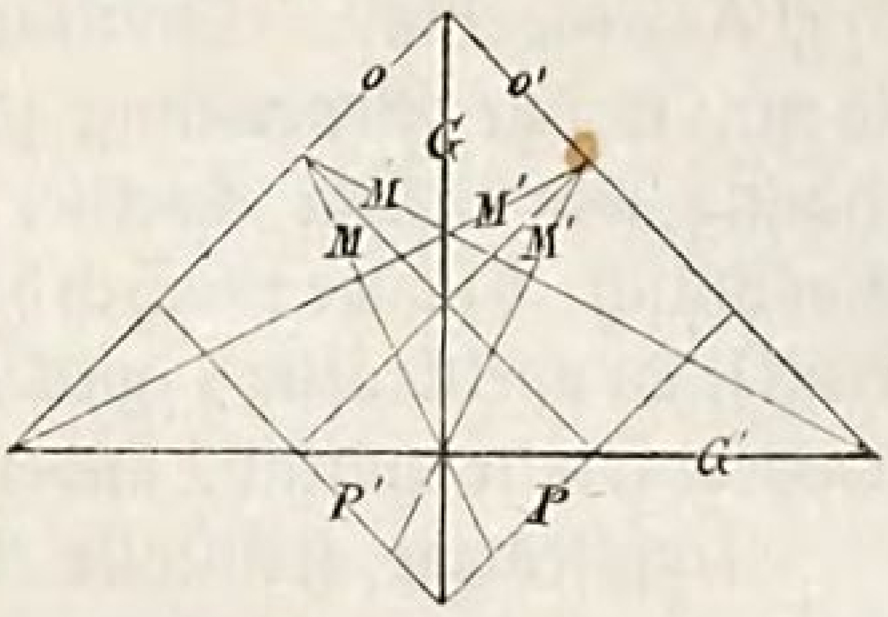


Dieses klar einzusehen lege man kleine Staurolithe mit ihrer Fläche o dergestalt auf die Granatoederflächen, daß noch P auf 1 mit 3, auf 2 mit 5, auf 3 mit 1, auf 4 mit 6, auf 5 mit 2 und auf 6 mit 4 spiegeln. Es haben dann die Staurolithindividuen eine solche Lage, daß wenn man Individuum auf 1 mit dem auf 3, auf 2 mit 5 und auf 4 mit 6 zusammengewachsen denkt, der erste Zwilling mit rechtwinkligem Kreuz entsteht; denkt man dagegen zwei in einer Granatoederkante anliegende Krystalle, z. B. 1 und 2, 2 und 3, 3 und 5 &c. mit einander verwachsen so kommt der



2te Zwilling: die Individuen kreuzen sich unter 60°, es liegen aber die Kanten M/o im obern Niveau. Aus der Stellung am Granatoeder folgt, daß die Grenzebene G im scharfen Winkel Granatoederfläche sein muß, welche am Staurolith den Ausdruck c : a : $\frac{2}{3}$b hat, die Zwillingsindividuen haben also diese Fläche gemein und

liegen umgekehrt. Die zweite Grenzebene G', von welcher schon Hauy bewiesen hat, daß sie ein reguläres Sechseck bildet, gehört der Oktaederfläche an. Man überzeugt sich davon am leichtesten, wenn man den Zwilling auf die Würfelfläche projicirt, wie in nebenstehender Figur. Auch übersieht man dann alle diese verwickelten Verhältnisse mit einem Blicke. P/P' und o/o' bilden den Granatoederkantenwinkel von 120°, er wird durch G halbirt; G halbirt ferner den einspringenden M/M' 129° 31' 16" (oben neben G), und den darunter liegenden M/M' 62° 57' 51", das Complement zum stumpfen ebenen Winkel des Leucitkörpers (117° 2' 9"). An der Grenzebene G' ist M/o' = M'/o = 148° 31' 4" = $\frac{1}{2}$ (117° 2' 9") + 90. Diese G' hat am Staurolith den Ausdruck $a : \frac{1}{2}c : \infty b$, ist also gerade auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzt, und da sie ein reguläres Sechseck von 120° an der Staurolithsäule M M o bildet, so darf man auf ihr die Stücke nur um 120° gegen einander verdrehen, um auch zur Zwillingsstellung zu gelangen. Vergleiche auch Websky Pogg. Ann. 118. 240.



Die optischen Axen + 85° liegen in der Ebene $a : \infty b : \infty c$, die also den scharfen Säulenwinkel halbirt, Axe c Mittellinie.

Härte 7—8, Gew. 3,7, röthlich braun, die Farbe erinnert sehr an blutrothen Granat, nur ist sie etwas dunkeler.

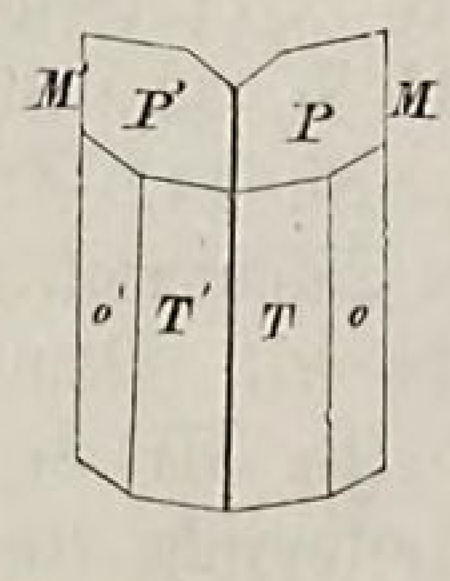
Blos im feinen Pulver kann er an den Kanten zu einer Schlacke geschmolzen werden, mit Soda unter Brausen eine gelbe Schlacke. Die Analyse führt zu verschiedenen Resultaten: von Cheronico 3,74 Gew. $\dot{R}^2 \ddot{Si}$, 29 $\ddot{Si}$, 52 $\dddot{Al}$, 17,6 $\dddot{Fe}$; von Airolo 3,66 Gew. $\dot{R}^3 \ddot{Si}$, 33,4 $\ddot{Si}$, 47,2 $\dddot{Al}$, 16,5 $\dddot{Fe}$; aus der Bretagne 3,53 Gew. $\dot{R}^5 \ddot{Si}^4$ 39,2 $\ddot{Si}$, 44,9 $\dddot{Al}$, 15,1 $\dddot{Fe}$. Ein Magnesiagehalt fehlt nie. Man suchte diese Schwierigkeit unter anderm dadurch zu erklären, daß $\ddot{Si}$ mit $\dddot{Al}$ isomorph sei. Rammelsberg (Erdmann's Journ. 1861. 63. 333) schrieb sie dagegen ($\dot{R}_2 \dddot{Al}_3$) $\ddot{Si}_n$. Erst Lechartier (Bull. Soc. Chim. 1865 III. 378) hat durch mikroskopische Untersuchung des Pulvers Quarz, welcher sich mit Flußsäure ausziehen läßt, als fremdartigen Bestandtheil nachgewiesen. Natürlich verräth sich das dann noch um so deutlicher in Dünnschliffen, und Hr. v. Lasaulx (Jahrb. 1872. 947) suchte nachzuweisen, daß nur der von Mt. Campione am St. Gotthardt chemisch rein sei, und zur Formel ($\dot{Mg}$, $\dot{Fe}$) $\ddot{Si}$ + ($\dddot{Al}$, $\dddot{Fe}$)^2 $\ddot{Si}$ führe. Die von Airolo enthalten außer Quarz noch Cyanit, Granat, Epidot ꝛc. eingesprengt. Auch Rammelsberg (Monatsb. Berl. Akad. 1873 pag. 157) kam nun auf die Form R $\dot{R}^2$ Si^2. Peters (Sitzb. Wien. Akad. April 1868) gibt Schliffe von St. Radegund bei Graz. Die sächsischen Garbenschiefer (Jahrb. 1870. 112) sollen Anfänge von Staurolithkrystallen enthalten.

5. Cyanit Wr.

Κύανος blau. Saussure der jüngere beschreibt ihn 1789 als Sappare, welche Benennung schon unter Jacob VI. (1600) in Schottland geläufig war. Vor Werner (Bergm. Journ. 1790. III. 1, pag. 149) hieß er gewöhnlich blauer Schörl, Hauy nannte ihn Disthen (*σθένος* Kraft), doppeltkräftig, weil manche Krystalle gerieben auf Flächen von gleicher Glätte positiv, andere negativ elektrisch würden.

Eingliedrige Krystalle bilden lange Strahlen, nach Phillips Messungen: in der geschobenen Säule T/M 106° 15′, die breitere M sehr deutlich blättrig und glänzend, T zwar auch blättrig aber matt. Die scharfe Kante wird durch o schief abgestumpft, M/o 131° 25′ und T/o 122° 20′. Untergeordnet und unsicher durch starke Längsstreifung pflegen die Abstumpfungen der stumpfen Säulenkante T/M zu sein, deren Hauy zwei k und l angibt. Das System muß also zum gewendet 2 + 1gliedrigen oder eingliedrigen gehören. Eine blättrige Endfläche kommt zwar vor, sie soll in P/M 100° 50′ und in P/T 93° 15′ machen, leider spiegelt sie aber selten gut, jedoch erzeugt sie auf M eine ausgezeichnete Querstreifung, welche die Kante M/o unter 90° 15′ schneiden müßte, also fast senkrecht gegen die Säulenaxe stünde. Darnach scheint also das System eingliedrig und die von Hauy angegebenen Abstumpfungen, die am Monte Campione bei Faido (Jahrb. 1866. 194) vorkommen, von P/T zu beiden Seiten müßten dann ungleichwerthig sein. Das Stauroskop pag. 139 bestätigt das.

Zwillinge kommen häufig vor, sie haben den Blätterbruch M gemein, und liegen umgekehrt. Nach Mohs gewöhnlich der,



woran sowohl T/T′ als P/P′ einspringende Winkel bilden. In diesem Falle müssen die Flächen M und M′ so aneinander liegen, daß die Kante T/M mit T′/M′ und die Kante P/M mit Kante P′/M′ parallel geht, es ist also ein Gemeinhaben von M im vollsten Sinne des Wortes: der Zwilling entsteht, wenn man beide Individuen auf M um 180° gegen einander verdreht. Dagegen behauptete G. Rose (Kryst. chem. Mineral. pag. 79), daß eine

zweite Art, wo zwar T und T′ auch einspringende Winkel bilden, aber P und P′ scheinbar mit einander einspiegeln, gewöhnlicher sei. In diesem Falle muß man das eine Zwillingsindividuum 180° um die Axe P/M drehen. Da Kanten P/M und o/M auf M ein Parallelogramm von 90° 15′ bilden, so müssen sich, entweder wenn M/P ∓ M′/P′ gedacht würde, die Säulenkanten M/o mit M′/o′ unter 30′ schneiden; oder wenn M/o ∓ M′/o′, die Kanten P/M und P′/M′ unter 30′. Die Unterschiede beider möglichen Fälle sind so gering, daß sich nicht leicht die Wahrheit wird ermitteln lassen. Endlich ist auch eine

dritte Art möglich: ein Individuum dreht sich 180° um die Säulenkante M/T, dann werden alle Säulenflächen einspiegeln, nur die

Endflächen P unter 30′ Kreuzung der Kanten P/M mit P′/M′ einen einspringenden Winkel bilden. Da nun das Ende gewöhnlich fehlt, so erscheinen dem Auge solche Krystalle einfach, Plücker weist aber (Pogg. Ann. 82. 68) ein optisches Mittel nach, sie zu erkennen: es zeigen sich nämlich zwischen gekreuzten Turmalinplatten eigenthümliche hyperbolische Linien, welche sich bei einfachen Individuen niemals finden. Auch das Stauroskop liefert ein treffliches Unterscheidungsmittel, denn Zwillinge werden bei der Drehung in gewissen Lagen nicht dunkel wie die einfachen Krystalle, v. Kobell (Sitzb. Bay. Acad. Wiss. 1861 XIV. 1 pag. 272). Kreuzungen der Strahlen unter 60° wurden von Kenngott auch als Zwillinge angesehen.

Die optische Mittellinie steht senkrecht gegen den Blätterbruch M, die Ebene der optischen Axe geht durch den stumpfen Winkel des Parallelogramms von 90° 15′ und schneidet die Kante M/T unter 30°. Die Axen selbst schneiden sich unter 81° 48′.

Auf das Dichroskop wirken die Krystalle sehr stark: senkrecht gegen den Blätterbruch sind die Bilder zwar kaum von einander verschieden, allein gegen T gesehen wird das eine Bild auf Kosten des andern prachtvoll blau, und zwar bei aufrechter Säulenaxe das ordinäre, bei liegender das extraordinäre. Hängt man den Krystall an einem Coconfaden in einer Papierschleife auf, so stellt er sich mit Declination und Inclination wie eine Magnetnadel (Plücker Pogg. Ann. 77. 448), „er ist eine wahre Compaßnadel", und richtet dabei immer dasselbe Ende nach Norden! Zu diesem interessanten Experiment gehört jedoch eine vorsichtige Wahl der Individuen, bei allen glückt es wohl nicht.

Nicht minder auffallend sind die großen Verschiedenheiten der Härte: auf dem Blätterbruch M läßt er sich parallel der Säulenkante M/T, also senkrecht gegen die Faserstreifung, mit einem gewöhnlichen Messer noch gut ritzen (H = 4—5), parallel der Faser, also senkrecht gegen die Kante, kommt man dagegen beim stärksten Druck nicht mehr hinein (H = 6), auf den übrigen Säulenflächen erreicht er sogar, besonders gegen die Säulenkante, die Härte des Quarzes = 7! Gew. 3,5—3,7. Blaue Farbe, ins Weißliche bis Farblose, seltener graulich. Atomvolumen 45,3, das doppelte des Quarzes.

Vor dem Löthrohr unschmelzbar, brennt sich aber weiß, mit Kobaltsolution stark geglüht blau. Zum Aufschließen eignet sich Aetzkalihydrat am besten. $\dddot{A}l^3 \dddot{S}i^2 = \dddot{A}l \dddot{S}i = 62{,}6 \dddot{A}l$, $37 \dddot{S}i$ $1 \dddot{F}e$, doch schwanken die Angaben etwas. Jedenfalls ist die Zusammensetzung Staurolithartig, daher verwachsen beide häufig der Länge nach mit einander, und zwar spiegelt gewöhnlich der blättrige Bruch M mit der ebenfalls blättrigen Abstumpfungsfläche der scharfen Säulenkante o am Staurolith (Germar Taschenb. Min. 1817 XI. 465): so bei den schönen Krystallen von Cheronico, die im weißen Glimmerschiefer auf dem Dolomit von Campolongo lagern (Studer Geol. Schweiz I. 407). Bei Faido und Airolo in Paragonitschiefer mit zahllosen makro- und mikroskopischen Krystallen (Pogg. Ann.

147. 283). Im Pfitscher Thal bei Sterzing in Tyrol breite blaue Strahlen im Quarz, die oft in auffallender Weise krummschalig werden. Sie zersplittern sich zu schmalen Strahlen von weißer, rother, grauer und schwarzer Farbe, was Werner **Rhäticit** nannte. Klare Krystalle in den Goldseifen des südlichen Ural zusammen mit Euklas (Kotscharow Materialien III. 100). In Connecticut, Delaware und Pennsylvanien sollen nach Genth (Jahrb. 1874. 585) Cyanit und Fibrolith Umwandlungsproducte vom Korund sein.

Sillimanit Boven $\dddot{A}l \dddot{S}i$, von der Zusammensetzung des Cyanit's, wird von vielen dafür gehalten. Die langstrahligen nelkenbraunen Krystalle bilden Säulen von 98°, die mit o/l = 97° 6′ beim Cyanit stimmen, auch wird ihr stumpfer Winkel durch einen deutlichen Blätterbruch abgestumpft, aber die andern Blätterbrüche scheinen zu fehlen. Freilich ist er nach allen Richtungen gleich hart und das Gewicht beträgt blos 3,24. Auf Gängen im Gneise bei Saybrook (Connecticut). Optisch verhält er sich 2gliedrig, was mit Cyanit nicht in Uebereinstimmung zu bringen ist. Daher wird er vom Hrn. Descloizeaux für ein besonderes Mineral gehalten, wozu nicht blos Wörthit (Heß Pogg. Ann. 21. 73), der in strahligen Klumpen in den Nordischen Geschieben gefunden ward, und der ähnliche Monrolith von Monroe zu gehören scheint, sondern vielleicht auch Buchholzit und Fibrolith. Nach Damour (Cmpt. rend. 1865 Bd. 61. 320) wurde Sillimanit-Fibrolith zu celtischen Waffen verarbeitet. Gieseke's Sapphirin $\dot{M}g^3 \dddot{A}l^4 \dddot{S}i$ aus dem Glimmerschiefer von Fiskenaes in Grönland bildet kurze blaue etwas blättrige Strahlen, worin Stromeyer 14,5 $\dddot{S}i$ fand. Man hat dabei wohl an unreinen Cyanit gedacht, doch ist 16 $\dot{M}g$ etwas viel.

6. Andalusit.

Von Bournon 1789 Spath adamantin d'un rouge violet genannt, die Stücke stammten vom Gebirge Forez; Lamétherie (Journ. de Phys. An. 6. 386) erhielt ihn von Andalusien in Spanien.

Zweigliedrige wenig blättrige Säulen M = a : b : ∞c von 90° 50′ (Haidinger, Pogg. Ann. 61. 295) mit Geradendfläche P = c : ∞a : ∞b, die ein quadratisches Aussehen haben, und von besonderer Schönheit mehrere Zoll dick und mehrfach länger im Quarzgestein von Lisens südwestlich Innsbruck brechen. Hin und wieder findet sich eine kleine Abstumpfung der Ecken über der stumpfen Säulenkante a : c : ∞b 109° 4′, wornach a : b = $\sqrt{1,97} : \sqrt{2,03}$ sich verhalten würde. Auch Zuschärfungen b : c : ∞a auf die scharfe Säulenkante, sowie Abstumpfungs- und Zuschärfungsflächen der stumpfen Säulenkante 2c. werden angegeben. Bei Nertschinsk Zwillinge, welche die Säule gemein haben und umgekehrt liegen.

Gewöhnlich stark mit Glimmer bedeckt, welcher auch die Krystalle durchdringt, ihnen talkartige Weichheit gibt, daher die alte Benennung

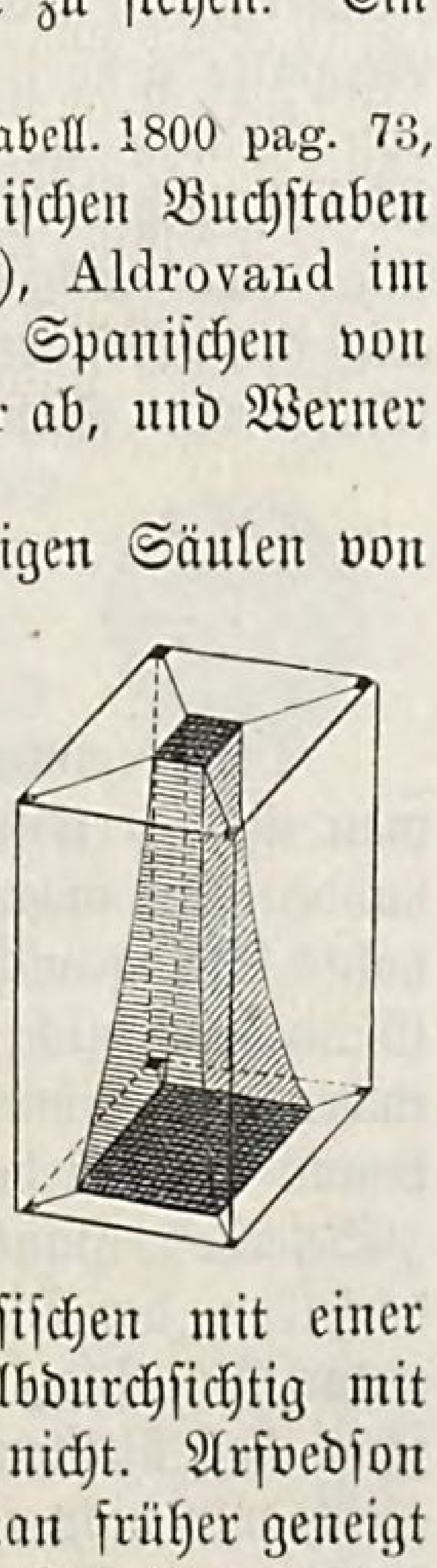
Micaphyllit. Die frischen gehen etwas über Quarzhärte hinaus, 3,17 Gewicht. Meist trübe grüne, röthliche, graue Farbe mit geringer Durchscheinenheit. Trotzdem wirken namentlich die rothen auf das Dichroskop. Besonders aber die grünen durchsichtigen aus Brasilien und Nertschinsk, welche grüne und rothe Bilder geben. Optisch +, a Mittellinie.

Vor dem Löthrohr unschmelzbar, wird mit Kobaltsolution schön blau, lange galt er für Äl^4 S̈i^3, jetzt Äl S̈i, Thonerde steigt bis auf 60 p. C.; ältere Analysen geben einen bedeutenden Gehalt von Kali, nach Vauquelin bei den spanischen sogar 8 Procent. Er kommt besonders in Quarzgesteinen vor, nicht blos in den Alpen, und daher häufig in den Gletschergeschieben von Oberschwaben, sondern von rother Farbe mit Fettglanz und großer Härte zu Goldenstein in Mähren, Herzogau im Bayerschen Walde, Killiney bei Dublin. Besonders frisch im glimmerreichen Thonschiefer von Sibirien. Auffallend ist es, daß die trüben so häufig steinmarkartig weich werden.

Buchholzit im Quarz von Lisens wurde für feinfasrigen Andalusit gehalten, der sehr an Katzenauge erinnert. Auch Bournon's Fibrolit mit Korund zu Carnatik in Ostindien und in Geschieben der Goldseifen von Beechworth (Victoria) wird dahin gerechnet. Im Quarz kommt ferner der Xenolith Äl S̈i von Peterhoff in Finnland und der Bamlit Äl^2 S̈i^3 von Bamle in Norwegen vor, beide scheinen ohnedieß wegen ihrer fasrigen Bildung dem Buchholzit sehr nahe zu stehen. Ein viel höheres Interesse gewährt dagegen

Chiastolith, χιάζω durchkreuzen, Karsten Mineral. Tabell. 1800 pag. 73, so genannt, weil im Innern der Thonschiefer den griechischen Buchstaben *X* bildet, Macle R. de l'Isle Essay 166 (macula Fleck), Aldrovand im Museum metall. 1648. pag. 881 bildet bereits die Spanischen von Santiago di Compostella in Galizien als Lapis crucifer ab, und Werner gab ihm den nicht unpassenden Namen Hohlspath.

Er findet sich nur im Thonschiefer in Andalusitartigen Säulen von 91° 50′, die beim Zerschlagen einen deutlichen Blätterbruch wahrnehmen lassen. Auf dem Querbruch nimmt man in günstigen Fällen ein Kreuz von Thonschiefer wahr (crucem Domini salutis humanae symbolum, Mercati Metallotheca vaticana 1717 pag. 237), das sich in der Mitte und in den 4 Kanten verdickt. Manche wollen darin Zwillingsbildung erblicken. Daher sehen die Kanten außen gewöhnlich schwarz aus. An ein und derselben Säule vermehrt sich dann nicht selten die Thonschiefermasse so, daß sie das ganze Innere



eckig ausfüllt. Die Oberfläche glänzt bei den Französischen mit einer dünnen Glimmerschicht. Feldspathhärte, Gew. 3, halbdurchsichtig mit einem Stich ins Gelbe. Vor dem Löthrohr schmilzt er nicht. Arfvedson fand bei dem Bretagner sogar 11,3 K̇a, deßhalb war man früher geneigt K̇^{3} S̈i^2 in die Formel aufzunehmen, einen Theil der Schuld mag der

niemals ganz Kalifreie Thonschiefer tragen, denn Bunsen (Pogg. Ann. 47. 188) fand $\ddot{A}l^4\ \ddot{S}i^3$, 39,1 $\ddot{S}i$, 58,7 $\ddot{A}l$ und keine Spur von Kali in der reinen Masse.

In den Thonschiefern diesseits und jenseits des Atlantischen Oceans findet sich das Mineral häufig massenweis, zumal nahe dem Urgebirge: in Deutschland sind besonders die dünnen Säulen von Gefrees im Fichtelgebirge bekannt, Leonhard gibt sie auch im Thonschiefer bei Baden am Schwarzwalde an, Germar am Unterharze bei Bräunrode und Greifenhagen 2c. Ebenso fein sind sie in einem röthlichen Thonschiefer vom Cap der guten Hoffnung eingesprengt. In Thonschiefergeschieben von Transbaikalien zeigen sie Trichroismus (Kokscharow Material. V. 170). Viel dicker enthält sie der Thonschiefer der Bretagne von Salles de Rohan bei St. Brieux. In den Pyrenäen erreichen sie sogar fast Fußlänge und 2 Zoll Dicke, sie werden dort verschliffen und wegen ihrer Kreuzfigur seit langer Zeit als Amulette getragen. Die Amerikanischen von Chesterfield gleichen fingerdicken Cylindern, und man würde sie nicht für das halten, was sie sind, wenn nicht der Querschnitt die Kreuze zeigte. Die sogenannten Frucht- und Knotenschiefer sollen Anfangsbildungen von Andalusiten sein.

Vergleiche wegen seines Aussehens auch Charpentier's Couzeranit aus den grauen krystallinischen Kalken der Pyrenäen, dessen lange vierseitige fast quadratischen Säulen innen öfter ebenfalls hohl und mit dem Muttergestein ausgefüllt sind, das wie der Carrarische Marmor zum Bergkalke gehört. Freiesleben's Talksteinmark aus dem Porphyr von Rochlitz in Sachsen hat zwar die Zusammensetzung des Cyanits $\ddot{A}l\ \ddot{S}i^2$, gehört aber seinem Aussehen nach zu den Thonen. G. Rose führt hier auch den Agalmatolith pag. 297 als $\ddot{A}l\ \ddot{S}i^3$ auf. Vergleiche auch den asbestartigen Gümbelit (Sitzb. Bayer. Akad. 1870 I. 294) auf Thonschiefer von Steben.

VI. Edelsteine.

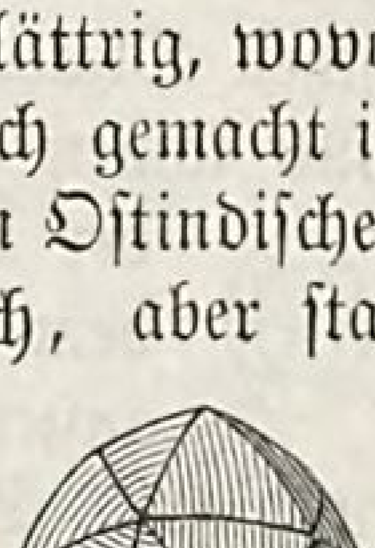
Die Gemmen bilden eine gute Gruppe unter den Silicaten, welche man nicht zerreißen sollte, wenn auch ihre Grenzglieder nur schwach verbunden sein mögen. Große Härte (es sind die härtesten irdischen Stoffe), hohes Steingewicht, prächtige Farben und Klarheit, verbunden mit starkem Glanz, eine nicht gewöhnliche Zusammensetzung zeichnen sie aus. Den edlern unter ihnen fehlt die gemeinere Kieselerde ganz, und Thonerde bekommt das Uebergewicht. Bergman vermuthete sogar eine besondere „Edelerde", Hausmann eine „Hartsteinsubstanz" darin. Ja die Krone derselben, der Diamant, besteht aus Kohlenstoff, und dennoch ist hier sein natürlicher Platz. Trotz ihres sparsamen Vorkommens sind die Edelsteine schon den ältesten Völkern bekannt, und ihre Namen uns überliefert, obgleich wir nicht immer wissen, was darunter verstanden wurde. Auch konnten die Alten bei dem mangelhaften Stande der Wissenschaft sich

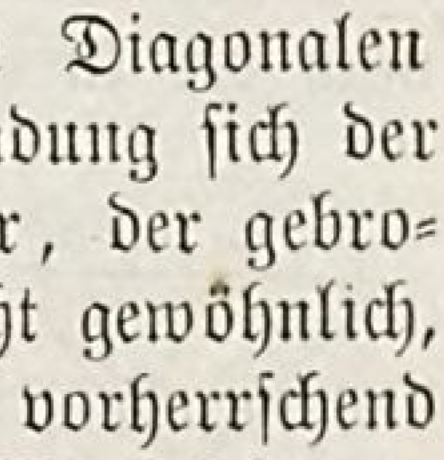
selbst über die Sachen nicht klar sein. Brückmann's Abhandlung von Edelsteinen 2te Aufl. 1773 ist noch jetzt sehr brauchbar.

1. Diamant.

Bei den Griechen ἀδάμας (unbezwingbar), wie alles harte, arabisch mas, Jahalom Demant Luther 2 Mos. 28, 18. Plinius hist. nat. 37. 15 spricht über adamas sehr ausführlich: „den größten Preis unter den menschlichen Dingen hat der Diamant, lange nur den Königen und auch unter diesen blos wenigen bekannt. . . . Nur im feinsten Golde erzeugt er sich . . . Sechs Arten sind bekannt . . . Darunter die Indischen und Arabischen von unaussprechlicher Härte, auf den Ambos gelegt, stoßen sie den Schlag so zurück, daß Eisen und Ambos in Stücke zerspringt, auch das Feuer besiegen sie, denn sie entglühen nicht einmal (numquam incalescens) . . . . . Diese Macht über Stahl und Feuer wird durch Bocksblut gebrochen, aber nur wenn sie durch frisches und warmes gebeizt sind, und auch so erst nach vielen Schlägen, und immer noch Ambose und Hammer sprengend . . . . . Nur ein Gott kann dieses unermeßliche Geheimniß dem Menschen mitgetheilt haben . . . . . Und wenn er nun glücklich zum Reißen gebracht wird, so zerspringt er in so kleine Stücke, daß man sie kaum sehen kann. Das war der Standpunkt des Alterthums. Im Mittelalter besingen Dichter (Parcival) das Wunder, und nach Albertus Magnus (de miner. pag. 7) wird das Blut um so wirksamer, wenn der Bock vorher Wein getrunken oder Petersilie gefressen habe.

Reguläres Krystallsystem, deutlich oktaedrisch blättrig, wovon die Steinschneider profitiren, indem es dadurch allein möglich gemacht ist, rauhe Stellen schnell wegzuspalten. Oktaeder a : a : a bei den Ostindischen, Granatoeder a : a : ∞a bei den Brasilianischen gewöhnlich, aber stark gerundet und kaum meßbar. Die meisten Granatoeder nach der kurzen Diagonale (Kante des eingeschriebenen Würfels) der Rhomben geknickt, wodurch ein sehr verzogener Pyramidenwürfel entsteht. Seltener herrscht die Knickung nach der Längsdiagonale, was ein bauchiges Pyramidenoktaeder gibt. Die Knickung nach beiden Diagonalen gibt ein Pyramidengranatoeder, das wegen der Flächenrundung sich der Kugel- und Eiform nähert. Eine gleiche Deutlichkeit beider, der gebrochenen Würfel- und Oktaederkanten, ist aber durchaus nicht gewöhnlich, in der Kugel prägt sich also das Oktaeder oder Granatoeder vorherrschend aus, jenes der Ostindische, dieses der Brasilianische Typus. Würfel kommt selten vor, und Leucitoeder wird gar nicht angeführt. Zuweilen haben sie auch Neigung zum Tetraedrischen, Dana (Syst. Miner. 1868. 21) führt sogar einen flächenreichen Zwilling an, der mit seinen Tetraederkanten sich rechtwinklich kreuzt. Andere Zwillinge, stark nach der trigonalen Axe verkürzt, sind häufig. Sieht man daran den blättrigen Bruch, so macht



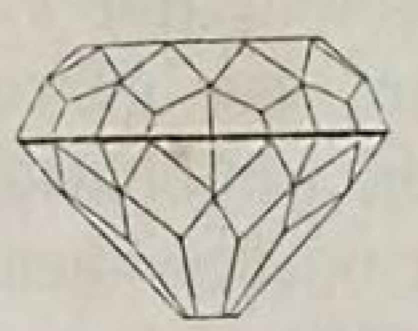


er einspringende Winkel auf den Seiten, während drei der Zwillingsaxe parallel gehende Granatoederflächen in beiden Individuen einspiegeln, aber sich doch durch die verschiedene Streifung unterscheiden lassen. Mag daher auch, wie häufig geschieht, die Zwillingsgrenze noch so stark verwachsen, so wird man doch leicht auf die Spur geführt. Geschliffene Platten zeigen öfter zahllose Zwillingsstreifen, wie Labrador, es scheint das von neben einander gelagerten Lamellen herzukommen. Denn in gewissen Richtungen leuchten nach Brewster die einen Lamellen, die andern nicht. Unter den ersten Diamantlinsen gaben daher einige doppelte und dreifache Bilder. Auch im polarisirten Licht nimmt man öfter blaue Streifen wahr. Krystalle mit vertieften Kanten. Rauhigkeiten der Flächen mit labyrinthischen Gängen und harzartigen Unebenheiten ꝛc.

Härte 10, und zwar von allen Steinen bei weitem der härteste. Die ostindischen gelten für härter als die Brasilianer. Am härtesten die Divelsteene (Teufelssteine) der Holländer. Man rechnet, daß er beim Verarbeiten 50mal mehr Zeit in Anspruch nimmt, als der nächstharte Sapphir (Kluge Handb. Edelst. pag. 19). Nur der künstlich krystallisirte Bor scheint ihm gleich zu kommen. Daher wurde er früher blos etwas polirt (Spitzsteine), wobei man von der natürlichen Krystallform Nutzen zog. Die Agraffe des kaiserlichen Mantels Karls des Großen ist noch mit solchen ungeschliffenen Steinen besetzt. 1373 gab es in Nürnberg Diamantpolirer. Erst Ludwig van Berquen aus Brügge in Flandern fand 1456, daß man ihn in seinem eigenen Pulver (Demantbort) schleifen könne. Anfangs machte man Tafelsteine, d. h. stumpfte die Ostindischen Oktaeder an zwei entgegengesetzten Ecken mehr oder weniger ab. 1520 kamen **Rosetten** (Rautensteine) auf. Ihr Schnitt richtet sich nach



der rhomboedrischen Stellung: die untere flache Basis entspricht dem blättrigen Bruch, und die Spitze endigt mit 6 Sternfacetten, außerdem sind noch 18 Querfacetten da, die sich zu 6+12 gruppiren. Liegen die 6 unter den Flächen der Sternfacetten, so folgen im Rande 12, liegen aber die 6 unter den Kanten, so fallen die 12 zwischen die beiden 6. Besonders sind die Zwillinge zu solchen Rosetten brauchbar, man spaltet sie nur nach der Zwillingsebene, dann gibt die nach der kurzen Diagonale gebrochene Granatoederfläche den Anhaltspunkt



für die 6 Sternfacetten. Cardinal Mazarin ließ zuerst **Brillanten** schleifen. Ihr Schliff richtet sich nach der oktaedrischen Stellung: der flachere Obertheil (Krone) endigt mit einer Geradendfläche (Würfelfl.), darunter folgen 8+8+8, oder 8+8+16 Facetten; der spitzere Untertheil ist dem obern ähnlich, aber am Unterende nur durch eine ganz feine Endfläche (Kalette) abgestumpft; der Gürtel (Rand) trennt beide Theile von einander. Ein guter Brillantenschliff weicht nie vom Zahlengesetz 8 ab. Die Brillanten faßt man meist à jour, d. h. man gibt ihnen keine Unterlage, wie den Rosetten. Das Schleifen ist sehr zeitraubend, und wenn man sie nicht mit feinen Meißeln durch einen schnellen

aber starken Schlag spalten kann, so muß man sie mit einem feinen Stahldraht mittelst Diamantpulver und Oel durchsägen. In Amsterdam unterscheidet man daher **Spalter**, welchen die Steine zum Anrichten mittelst Schlag zugewogen werden; **Schneider** müssen sie auf Kittstöcken befestigen und durch Gegeneinanderreiben matte Facetten auf ihnen erzeugen, die dann von den **Polirern** auf gußeisernen Scheiben mit Demantbort und Olivenöl glänzend gemacht werden. Der Regent in der Krone Frankreichs wiegt 136 Karat, roh wog er 410 Karat, er hat also durch den Schliff, der 2 Jahre währte, $\frac{2}{3}$ an Größe verloren. Daß Diamanten Glas schneiden, daran ist die doppelte Krümmung der Krystallkanten schuld, die einen einzigen Punkt zum Schnitt kommen läßt. (Wollaston, Gilbert's Ann. 58. 92.)

Gewicht 3,55, genau das des Topases, daher sind auch Brasilianische Topasgeschiebe damit verwechselt worden. Indische 3,521, Brasilianische 3,444. Farblos, doch nehmen sie eine schwarze, nelkenbraune, graue, gelbliche, grünliche ꝛc. Färbung an, die wenn rein theuer gezahlt wird. Doch hat es damit eine eigene Bewandtniß, das Auge wird getäuscht: namentlich zeigen die grünen unter dem Mikroskop häufig blos Flecken, wie Fliegenmist, oder Verzweigungen wie Conferven. Göppert nennt sie daher Protococcus adamantinus. Auch die nelkenbraunen sind oft blos getüpfelt oder geflammt, statt durch und durch gefärbt. Solche Unsicherheit zeigt sich auch bei schwarzen, sie glänzen im reflectirten Licht, wie Graphit, und zeigen doch beim Durchsehen grasgrüne Stellen. Uebrigens kommen auch tiefschwarze vor mit starkem Glanz, sie sollen so hart sein, daß sie sich mit dem Staube farbloser Diamanten gar nicht schleifen lassen. Bei manchen schwefelgelben scheint sich die Färbung blos auf die Oberfläche zu concentriren, sie werden daher durch den Schliff klarer, eine den Händlern wohlbekannte Thatsache. In Paris (Pogg. Ann. 128. 126) zeigt man einen bräunlichen Brillant von 4 Gramm im Werth von 60,000 Franken, derselbe bekommt im Feuer eine rosenrothe Farbe, die er 10 Tage beibehält, und in dieser Zeit 200,000 Fr. werth ist.

Diamantglanz und starke Farbenzerstreuung, deßhalb zeigen die geschliffenen Facetten das lebhafteste Farbenspiel. Starke Strahlenbrechung 2,47, d. h. die vergrößernde Kraft der Diamantzur Glaslinse wie 5 : 3, daher ist er auch zu mikroskopischen Linsen benützt worden, die aber sehr schwer vollkommen zu machen sind, so daß nur wenige gute existiren pag. 121. Newton schloß 1675 daraus, daß es eine brennbare Substanz sein müsse. Er machte nämlich zwei Klassen von Körpern: feuerbeständige mit schwächerer und brennbare mit stärkerer Brechungskraft, die bei beiden einem eigenen Gesetze, aber so ziemlich dem Verhältniß zur Dichtigkeit folgt. Nun verhält sich die Dichtigkeit vom Diamant zum Quarz = 4 : 3, aber die Brechungskraft = 5 : 3, daher konnte Diamant kein feuerbeständiger Stein sein. Setzt man zum Olivennach und nach Cassia- oder Saffranöl, so kann man ächte Steine unsichtbar machen. Merkwürdig sind die „Sterndiamanten“, welche auf

der Oktaederfläche einen sechsstrahligen Lichtschein zeigen (Descloizeaux Ann. Phys. 1845. XIV).

Sollte das Licht zwar nicht doppelt brechen, also auch nicht polarisiren, allein nach Brewster finden sich im Innern Luftblasen, um welche herum wie im Bernstein das Licht etwas verändert wird (Pogg. Ann. 15. 518). Da nun außerhalb dieser Blasensphäre das Licht vollkommen unpolarisirt durchgeht, so scheint die Masse ursprünglich weich gewesen zu sein, so daß eingeschlossene Luft durch Expansion die ihr nächstliegenden Theile verändern konnte, wie man etwa durch Druck auf Glas und Harz ähnliche Erscheinungen hervorbringt! Die Höhlen haben öfter sehr bizarre Formen, sind auch wohl, wie schon Tavernier erzählt, mit einer schwarzen Materie (boue végétale) erfüllt. Manche sollen durch Insolation (Pogg. Ann. 64. 334) oder Bürsten phosphoresciren. Bose hat das 1745 in einer schwülstigen Rede (von dem Lichte der Diamanten im Finstern) vor dem durchlauchtigsten Churprinzen von Sachsen behandelt. Durch Reiben stets + elektrisch.

Reiner Kohlenstoff C, seine Oberfläche wird in der Oxydationsflamme matt, durch langes Glühen „schwarz und undurchsichtig, was nur von einem Uebergange in den amorphen Zustand herrühren kann.“ Obgleich sein Pulver schon bei Anwendung einer Spirituslampe brennt, so kann er doch in Kohlenpulver verpackt der größten Hitze ausgesetzt werden, wie das die Pariser Steinschleifer schon 1771 wußten. Endlich freilich bläht er sich, wird grauschwarz, färbt ab wie Graphit. Auch zwischen den Kohlenspitzen einer stark elektrischen Säule wird er zu Coaks. Sobald aber Sauerstoff hinzutritt, so stößt er Gas aus (Boyle), und 1694 wurden auf Veranlassung Cosmus III. von Florenzer Akademikern die ersten Diamanten in einem großen Tschirnhausischen Brennspiegel verflüchtigt: sie behielten zwar ihre Form bei, wurden aber immer kleiner, und verschwanden zuletzt ganz. Jetzt kann man sie schon im Glasgebläse auf Platinblech verflüchtigen, ohne daß die Oberfläche ihren Glanz verliert (Compt. rend. 70. 992), sie nehmen dabei Aetzfiguren an pag. 193. Schon Lavoisier fand, daß sie dann Kohlensäure entwickeln; Guyton, daß sie mit Eisen zusammengeschmolzen (cementirt) Stahl erzeugen. In Wien wollte Kaiser Franz I. 1750 im Ofenfeuer kleine zu einem großen zusammenschmelzen, aber die Sache gelang nicht. Petzhold glaubte in kleinen Rückständen Kieselerde mit Pflanzenzellen gefunden zu haben, auch Göppert (Pogg. Ann. 92. 623) bildet so etwas ab, aber Wöhler konnte das nicht bestätigen. Der Aschengehalt beträgt zuweilen bis 2 p. C. Vergleiche auch Graphit, welcher es wahrscheinlich macht, daß die Kohle dimorph sei.

Bildung. Einige haben gemeint, er möchte sich auf organischem Wege gebildet haben, wie etwa Tabasher im Bambus, worauf auch die Polarisationserscheinungen hinweisen könnten, ganz abgesehen von den Zellen. Andere suchten ihn auf unorganischem Wege durch Schmelzen von Kohle darzustellen. Silliman und Cagniart de Latour bekamen so auch wirklich farblose Kügelchen, welche Glas ritzten, es war aber nach

Thenard geschmolzene Kieselerde. Auch die Liebig'sche Ansicht, sie als Verwesungsprodukt anzusehen, soll nicht Stich halten. Simmler (Pogg. Ann. 105. 466) meinte, Kohlenstoff in flüssiger Kohlensäure gelöst, was bei einem Druck von 36 Atmosphären geschieht, könnte Diamant werden. Seit man im Quarz, Topas ꝛc. wirklich flüssige Kohlensäure fand pag. 212, ist die Hypothese nicht ganz grundlos. Dagegen verflüchtigte Despretz (Compt. rend. Sept. 1853. pag. 369) Kohle mittelst eines elektrischen Stroms über einen Monat hindurch. Es setzten sich an den Platindrähten kleine schwarze mikroskopische Oktaeder an, die Rubin polirten, was bekanntlich nur mit Diamantpulver geschieht. Leider ist Kohlenstoff ein zu schlechter Leiter der Elektricität. Gannal ließ Phosphor, Wasser, Schwefel und Kohle etliche Monate auf einander wirken, und bekam Dodecaeder!

Vorkommen. Lange kannte man ihn nur auf sekundären Lagerstätten: im tertiären „Diamantensandstein“ oder im lockern und harten Diluvialgebirge (sogenannte Diamantsaifen). Dann fand man ihn jedoch nördlich Tejuco in Brasilien in einem glimmerhaltigen Quarzgestein (Itacolumit), das mit Hornblendeschiefern in inniger Verbindung steht. Darnach scheint das Urgebirge die Bildungsstätte zu sein (Girard Leonh. Jahrb. 1843 pag. 308). Edle Metalle und Steine, wie Gold, Euklas, Topas, Chrysoberyll, durchsichtiger Andalusit, Turmalin, Amethyst, Anatas, Rutil, Granat, Diaspor, Zirkon, Zinnstein, Tantalit ꝛc. (Bullet. géol. 1857. XIV. 542) sind häufige Begleiter. Das Vorkommen im Xanthophyllit pag. 193 bestätigt sich nicht.

Vorderindien der älteste und berühmteste Fundort. Nach Ritter (Asien 6, pag. 343) gibt es daselbst fünf Hauptpunkte: 1) Cuddapah am Pennar bis Gandicotta, die südlichste Gruppe; 2) Nandial-Gruppe auf der Westseite der Nalla Malla-Berge, welche sich von Cuddapah nördlich bis zur Kistna ziehen. Hier sollen die größten Indischen vorgekommen sein; 3) Golconda (Bergfeste $\frac{3}{4}$ Stunde WNW Hyderabad) hat keine Gruben, sondern ist für die Gruppe der Umgegend nur der Markt, welcher durch den Franzosen Tavernier (Six voyages en Turquie 1669) so berühmt geworden ist: An der untern Kistna bei Ellore, das im Basalttuff auf Granit die größten liefert, waren allein 60,000 Menschen mit Pochen und Waschen eines harten eisenschüssigen Gesteins beschäftigt, das bis zu 14' tief ausgebeutet wurde. Zu Raolconda war es ein Sandstein, wie bei Fontainebleau, in dessen kaum fingerbreiten Spalten ein feiner Sand sich findet, worin die Diamanten lagen. Da der Stein hart ist, so mußte der Sand mittelst zugespitzter Eisenstangen mühsam herausgeholt werden (Voyages II. 327); 4) Sumbhulpur-Gruppe am mittlern Mahanadi, wo man sie hauptsächlich im Schlammbette der Nebenflüsse auf der nördlichen Seite sammelt; 5) Panna-Gruppe in Bundelkhund zwischen Sonar und Sone (25° N. Br.) in eisenhaltigem Kiese über Buntensandstein bildet die nördlichste. Schon Ptolemäus erwähnt hier einen Adamasfluß. In heutiger Zeit hat das Suchen sehr abgenommen. Ceylon liefert trotz seines Edelsteinreichthums keine Diamanten,

dagegen findet man sie an der Südostspitze von Borneo, Tanah Laut (Seeland) genannt, in einem rothen Thone von Gold und Platin begleitet. Der Thon ruht auf Serpentin- und Hornblendegestein (Pogg. Ann. 55. 526). Das Vorkommen in der alten Welt wurde durch

Brasilien überflügelt und zwar in der Provinz Minas Geraes durch die unwirthliche Serro do Frio mit dem Hauptort Tejuco, 1801 noch ein trauriger Flecken, jetzt zu einer Stadt „Diamantina" erhoben, worin sich seit dem Freigeben der Wäsche Negerbanden herumtreiben. Südöstlich erhebt sich der 5600′ hohe Itambé, woran der Fluß Jequetinhonha in 2 Armen entspringt. Hier auf Itacolumit liegt die Hauptgrube Mandanga, in einem eisenschüssigen gerollten Kies (Cascalho) mit großen Quarzgeschieben, Topasen und Goldblättchen. Man sucht sie jetzt auch tiefer unter dem Kiese der Flußbetten, wo nach Agassiz die Brasilianische Eiszeit ihre Spuren hinterließ. Die feinsten Stücke liefert der Gurgulho aus eckigen Quarzbrocken bestehend. Ein Spanier erkannte 1727 die glänzenden Steine, während die Neger sie schon längst als Spielmarken benützt hatten. Später fand man sie tiefer im Innern im Flußgebiete des Rio San Franzisco, aber erst 1839 auf der ältesten Lagerstätte in einem „glimmerhaltigen Sandsteine" am linken Ufer der Corrego dos Rois in der Serra de Santo Antonio de Grammagoa, 36 Meilen nördlich Tejuco. Da dieser nach Claussen über der dortigen Grauwacke liegen soll (Leonhard's Jahrb. 1842. pag. 459), so wäre auch hiermit das ursprüngliche Lager nicht gefunden, so ähnlich das Gestein dem Glimmerschiefer auch sein mag. Nach Heusser (Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch. 1859. XI. 454) soll jedoch gemäß den praktischen Erfahrungen der Diamantensucher kaum Zweifel sein, daß nicht auch der Hornblendeschiefer zu den Muttergesteinen gehöre. Martius berechnete, daß in den 46 Jahren von 1772—1818 3 Millionen Karat = 1300 ℔ im Werthe von 70 Millionen Gulden nach Europa gekommen seien. Man rechnet jährlich immer noch 190 ℔. Bahia allein führte 1856 über 300,000 Karat aus. Die reichen Diamanthändler sollen immer bessere Stücke zum Verschachern in der Westentasche führen. Neuerlich werden auch die Sierra Madre südwestlich Acapulco in Mexico, die Grafschaften Butte in Californien (Jahrb. 1867. 195), die Itacolumitregion der Goldwäschen des Hrn. Twitty in Nordcarolina, die von Georgien und Virginien ꝛc. aufgeführt.

Am Cap 1200 Kilometer von der Capstadt im Gebiet des Vaalflusses unter 29° südlicher Breite und 23° östlicher Länge hat ein Fleck von blos 2 Kilometer Ausdehnung im Grand, Sand und Letten bis zu 120′ Tiefe seit März 1867—1875 eine auf 12 Millionen Pfund Sterling geschätzte Ausbeute geliefert, wovon der »Stevart Diamant« 288 k., ein etwas gelbliches Pyramidenoktaeder von $1\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser, auf der Wiener Ausstellung paradirte, und schon soll er von einem noch größern mit 300 k. überflügelt sein. Die Geschichte der Erfunde (Westermann's Monatsh. 1875. 168) beginnt, wenn wir ältere nicht geglaubte Sagen seit 1667 übergehen, 1867 mit einem Straußenjäger, der im Sande des

Oranje, wo Kinder mit Achaten und Granaten spielten, ein Oktaeder von 20 k. erhielt, was in Grahamstown erkannt wurde. Ein Jahr später brachte ein Hottentotte den „Stern des Südens“ 83 k., wofür 12000 ℔ Sterling gelöst wurden. Das erzeugte plötzlich ein „Diamantenfieber“, die Farmer mit Vieh und Familie zogen zum Vaal und Oranje, um gemüthlich im Sande des herrlichen Stroms die glänzenden Steine zu suchen. Anfangs zahlten die Capbewohner ungeheure Preise, jeder wollte reich werden, und als nun von London der wirkliche Preis bekannt wurde, brach ein allgemeiner Bankerott aus. Mit dem Einwandern der californischen und australischen Goldgräber begannen die Wäschereien (River Diggings) am Vaalfluß, dann wurden in Pniel auf dürrem Kalkgrande die ersten Trockengruben (Dry Diggings) errichtet, worauf die Berliner Missionsgesellschaft Ansprüche machte. Auf einmal verbreitete sich Ende 1870 ein Gerücht, daß die Kinder des Boers Dutoit aus dem Mörtel des Hausputzes ganze Haufen von Diamanten herausgeklaubt hätten. Nun begann ein Auszug (rush) nach Dutoitspan, welches 25 miles vom Vaal und 20 vom Modder entfernt bei der außerordentlichsten Hitze weder Schatten noch Wasser bietet, der feine Kalkstaub dringt durch Nase und Mund, die Leibesporen bedecken sich mit einer Schmutzkruste, und 50,000 Digger stehen bei verfälschtem Branntwein in steter Gefahr von den trocknen Geröllen verschüttet zu werden. Leider spalten sich gerade die großen und scharfeckigsten, wenn sie eine Zeitlang liegen, nach dem blättrigen Bruch, wie das auch bei indischen schon Tavernier beklagt, und die Formen des Groß-Mogul, Kohinoor, Orlow &c. bestätigen die Thatsache. Man steckt sie daher in Talg. Ja nicht selten kommen schon im Lager „große Spaltungsstücke (splints) vor, deren Ergänzungsstücke niemals gefunden werden“ (Jahrb. 1872. 860). Colesberg Kopje allein soll in wenigen Monaten mehr als die ganze übrige Welt in 20 Jahren geliefert haben (Beil. Allg. Zeit. 1872. 1858). Natürlich haben die Engländer schon im Oktober 1871 das Gebiet in Besitz genommen.

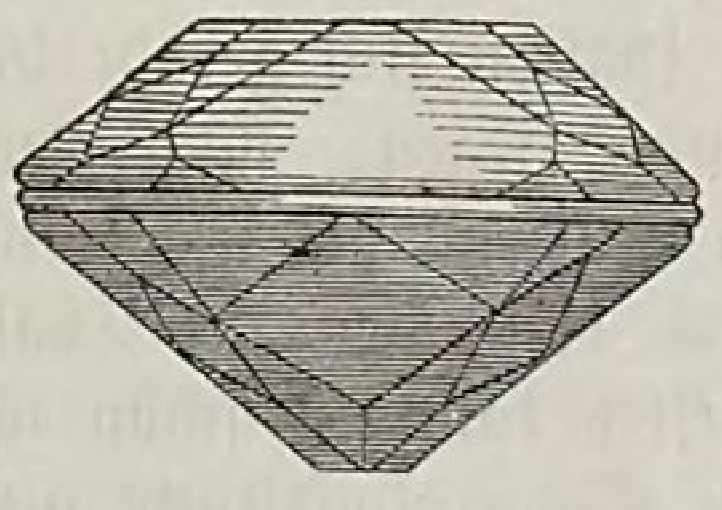
Der Ural lieferte 1829 auf den Ländereien der Eisenwerke von Bissersk in den Goldsaifen Kresstowosdwischenskoi unter dem 59° N. Br. auf der Europäischen Uralseite die ersten Diamanten (G. Rose, Reise Ural I. 352). Rose vermuthete, daß das Muttergestein Dolomit sei: Zerenner, Director der Gruben, nennt Itacolumit (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1849. I. 482). Der Fund ist aber nur von wissenschaftlichem Interesse, da man bis 1848 blos 72 Stück von $\frac{1}{8}$ bis $7\frac{7}{16}$ Karat gefunden hat (Dr. Zerenner Erdkunde Gouv. Perm. 1852. pag. 220). Neuerlich werden auch in **Australien** mehrere Punkte genannt, wo sie im Gerölle mit Korund (Rubin, Sapphir), Brookit &c. liegen.

Preis. Größe, Reinheit (vom 1sten, 2ten und 3ten Wasser) Farbe und Art des Schliffes bestimmen den Werth. Man rechnet nach Karat (= 205,5 mg), deren 72 auf 1 Loth gehen. Roh kostet jetzt das Karat 150 Franken, über ein Karat steigt der Werth nach der Quadratzahl: Brillant früher 1 Karat 216 bis 288 Franken, jetzt 400 Fr., im Mittel

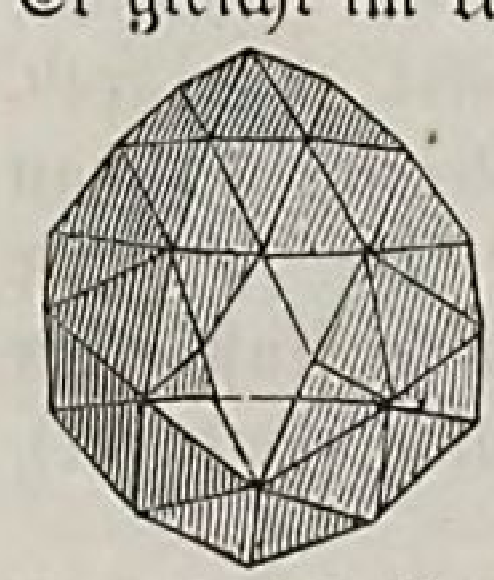
300.k^2. Neuerlich hat der Vicekönig von Egypten einen von 49 Karat gekauft, derselbe sollte demnach $49^2.300 = 720{,}300$ Fr. kosten, er wurde aber mit 760,000 Fr. bezahlt. Bei der Revolution fielen sie plötzlich um 50 pC., stiegen aber dann augenblicklich, und bald nachher durch den Luxus Napoleons von 50 Rthlr. auf 90 Rthlr. Die französische Krone besitzt über 2 ℔ d. h. einen Würfel von 2½ Zoll Kantenlänge. Man rechnet etwa 100 Ctr. auf die ganze Welt, und der Diamant soll 90 pC. des Edelsteinhandels in Anspruch nehmen. Amsterdam Hauptmarkt.

Größe. Steine von 12—20 Karat gehören schon zu den schönen, darüber bereits zu den Seltenheiten: so findet man im grünen Gewölbe von Dresden Diamanten von 38, 40 und 48 Karat. Ueber 100 Karat kennt man nur wenige. Der größte Brasilianische war lange einer von 120 Karat, es ist ein rohes ungeschliffenes Oktaeder, neuerlich wurde jedoch zu Bagagem in Minas Geraes der Stern des Südens von 247½ k gefunden (Jahrb. 1853. 697), reinsten Wassers lieferte er einen Brillant von 125 k. Die Berühmtesten stammen aus Ostindien, wozu jetzt die Cap'schen kommen.

Der **Regent** 136¾ K. in der Französischen Krone ist wegen seines gefälligen Brillantenschliffs der schönste unter allen großen. Ihn kaufte der Herzog von Orleans von einem Engl. Gouverneur Pitt für Ludwig XV. um 2½ Million Franken. Zur Revolutionszeit wurde er in Berlin beim Kaufmann Treskow versetzt, schmückte dann aber wieder den Degenknopf des Kaisers Napoleon I. Wurde 1702 bei Golconda von einem Sklaven gefunden.



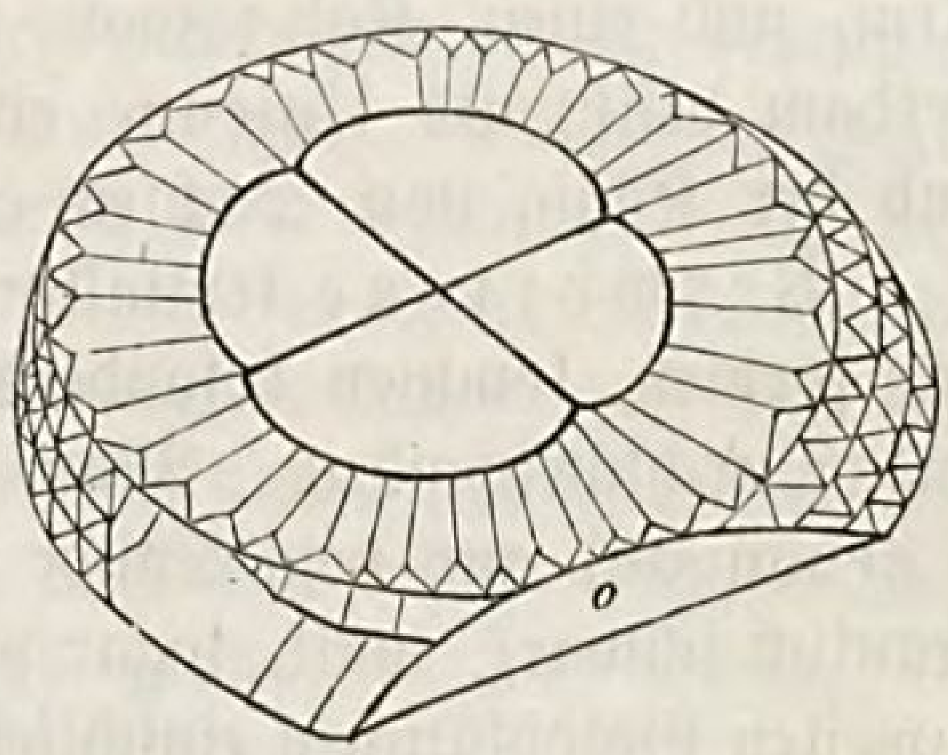
Der Oestreichische Schatz enthält einen gut geformten von 139⅕ Florentiner Karat (à 197,2 mg) mit einem Stich ins Weingelbe (Schrauf Sitzb. Wien. Akad. 1866. 54. 1 pag. 479). Karl der Kühne verlor ihn in der Schlacht bei Granson 1476. Im Helme des Herzogs sich vorfindend, wurde er von einem Soldaten für 1 Kronenthaler an einen Geistlichen verkauft und gelangte endlich für 20,000 Dukaten in die Hände des Papstes Julius II. Er gleicht im Umriß dem **Sançy** 53½ Karat, der vom reinsten Wasser noch an die Rundung eines Pyramidengranatoeders erinnert. Auch er soll Karl dem Kühnen gehört haben, der ihn in der Schlacht bei Nancy 1477 verlor. Schon früh gerieth er in den Besitz eines französischen Grafen Nicolaus de Sançy, welcher 1589 sich in Werbungsangelegenheiten in Solothurn befand, zu einer Zeit, wo Heinrich III. von Frankreich Unterpfänder zu einer Anleihe bedurfte, um sich gegen das empörte Paris zu vertheidigen. Sançy sandte dem bedrängten Könige eiligst einen Boten mit dem Juwel, derselbe wurde aber von Räubern im Juragebirge erschlagen. Da nun Sançy keine Antwort bekam, und von einem Ermordeten gehört hatte, so schöpfte er Verdacht: der Er=



schlagene war richtig sein treuer Diener, welcher aber zum Glück den Diamant verschluckt hatte, so daß er sich im Magen noch vorfand! Später war er unter den Edelsteinen Ludwigs XIV, verschwand jedoch bei der Revolution 1789, kam bei den Napoleoniden wieder zum Vorschein, und wurde von diesen 1830 für 500,000 Franken an den Kaiser von Rußland verkauft (Schriften Kais. Russ. Gesellsch. für Mineral. I. pag. LXIII). Der Preußische Kronenschatz besitzt einen von 34 k., welchen Napoleon bei Waterloo verlor.

Der **größte** findet sich unter den Schätzen des Rajah von Mattan auf Borneo, er stammt von dieser Insel, hat die Größe und Form eines quergetheilten Hühnereies, ist von erstem Wasser, und über 2 Unzen schwer, Blum sagt 363 Karat. Er stammt ohne Zweifel von einem quergespaltenen wohl doppeltsogroßen Ei, wovon die andere Hälfte vielleicht niemals gefunden wurde, eine Thatsache, die sich bei andern Riesenformen wiederholt. Ganz besondern Ruf genoß jedoch

der Diamant des Groß-Mogul's in Delhi, der als Koh-i-noor (Berg des Lichtes) auf der Londoner Industrieausstellung eine Rolle spielte. Nach dem Official Catalogue of the Great Exhibition III. 685 geht bei den Indern die Legende, daß ihn bereits vor 5000 Jahren der Held Karna des Sonnengottes Sohn („eine Achilles- und Siegfriedgestalt") in dem großen Kriege trug, welchen das Epos Maha-Bharata besingt. Jedenfalls erbeutete ihn der kühne Abenteurer Alaeddin 1306 vom Rajah von Malwa. Als 1665 Tavernier, Ecuyer Baron d'Aubonne (Voyages II. pag. 278), der 40 Jahre im Orient reiste, um Diamanten und Edelsteine zu kaufen, die Schätze des Groß-Moguls besichtigte, war das erste, was ihm seine goldfüssige Majestät höchsteigenhändig überreichte, der große Diamant von 280 Karat Gewicht, und von der Form eines in der Mitte durchschnittenen Eies. Er soll aber früher 793⅝ Karat gewogen haben, ein ungeschickter venetianischer Steinschleifer verstümmelte und verkleinerte ihn. Zwar stimmt die Abbildung von Tavernier l. c. II. 372 Nr. 1 nicht ganz mit der unsrigen, wie er in London ausgestellt war, doch seine Länge 1" 6½''' ist die gleiche, die Höhe 7''' geringer, und 1" 2½''' die Breite. Nadir Schach, der Eroberer von Delhi 1739, kam in seinen Besitz und gab ihm den heutigen Namen. Später ging er wieder an den Herrscher von Lahore, und als dieser Staat der englischen Compagnie einverleibt wurde, beschloß dieselbe, den Diamanten der Königin als Geschenk zu überreichen, was am 3. Juni 1850 geschah. Er wog damals noch 186 Karat. Nach der Ausstellung ist er abermals von Voorsanger in Amsterdam einem Schliff unterworfen, und auf 106 Karat reducirt, aber dafür ein wohlgeformter Brillant geworden. Seine Unterseite war eben, und entsprach



ohne Zweifel einem Blätterbruch, desgleichen die entstellende Fläche o, obgleich der Winkel beider untereinander am Modell etwas kleiner als $109\frac{1}{2}^0$ ist. Auffallender Weise hat der große Russische Diamant Orlow, welcher $194\frac{3}{4}$ Karat schwer die Spitze des russischen Scepters schmückt (G. Rose Reise Ural I. pag. 50), gleichfalls unten eine ebene Fläche. Dieser soll nach der Sage das Auge eines Indischen Götzen gebildet haben, ist 10‴ hoch und 1″ $3\frac{1}{2}$‴ lang, und fand sich mit einem andern großen im Thronsessel des Schach Nadir von Persien, fiel bei dessen Ermordung in die Hände eines Armenischen Kaufmanns, der ihn in Amsterdam feil bot, und 1772 an Kaiserin Katharina für 450,000 Silberrubel, 4000 Rubel jährliche Leibrente und einen Adelsbrief verkaufte! Dr. Beke (Athenaeum 1851. 718) erzählt uns, daß 1832 bei der Eroberung von Coocha in Khorassan durch Abbas Mirza ein Diamantstück von 132 Karat erbeutet wurde, was früher ein armer Bewohner in seiner Familie als Feuerstein benützt hatte. Dabei wird die Vermuthung geäußert, daß er vermöge seiner Form ein Stück vom Koh-i-noor sein könnte. Tennant (Athenaeum 1852. 1042) wurde dadurch zu der Ansicht geleitet, daß nicht blos dieser, sondern auch der Russische ein Stück des vielgenannten Groß-Moguls sein könnte, was er durch eine sorgfältige Nachahmung in Flußspath, der ja die gleichen Blätterbrüche hat, veranschaulicht. Dann hätte dieser gewaltige Diamant die Form eines eiförmigen Granatoeders gehabt, etwa von einer Größe, wie sie Tavernier angibt. Wäre er schon so viele Jahrtausende in den Händen der Menschen gewesen, wie die Legende sagt, so würde das der beste Beweis seiner Außerordentlichkeit sein, da es bis jetzt, trotz des vielen Suchens, nicht gelungen ist, einen zweiten auch nur von annähernder Größe zu finden. Der Schach von Persien trägt einen Daria-i-noor (glänzendes Meer) 252 k am rechten Arm, und einen Koh-i-noor am linken Bein. Banquier Hope in Amsterdam besitzt als Unicum einen schön blauen Brillant von 77 Karat, und der König von Sachsen einen grünen.

Verworrene krystallinische Massen, die zu vollkommenen Kugeln sich formen, kommen besonders aus Brasilien. Sie haben graue Farbe und Durchscheinenheit. Man darf diese nicht mit dem Carbonate (Carbonado) aus dem Sande von La Chapada (Bahia) verwechseln, der graulich schwarz, matt, sogar porös und amorph aussieht, kaum 3,3 Gew. zuweilen Goldblättchen einschließend (Jahrb. 1857. 328). Minder spröde, als der krystallinische Diamant, läßt er sich zu beliebigen Stücken formen, die zum Durchbohren der Edelsteine sehr gesucht werden. Ich habe in Oberstein bei den Steinschleifern Stücke von einer Kinderfaust gesehen, wovon man das Karat mit 7 fl. zahlen mußte. Anfangs zahlte man 20 Sgr., jetzt für Auswahl 7 Thaler, nach Lange (Halbedelst. 1868. 88) wogen die größten Stücke 600 k. Man hält diesen ich möchte sagen smirgelartigen Stein eher für gehärteten Coaks als für Diamant. Ein neues Naturgeheimniß (Jahrb. 1853. 597; 1857. 328). Für Bergbau und

Bohrlöcher sind sie wie die Diamanten überhaupt durch die Amerikaner sehr wichtig geworden.

Bourguigne in Paris macht aus Straß Diamanten täuschend nach, namentlich auch geschliffene Oktaeder. Sie pflegen aber durchsichtiger als die ächten zu sein, und verlieren nach kurzem Gebrauch Glanz und Glätte, abgesehen von der geringen Härte. Die Kieselerde dazu wird von Rhode Island geholt. Im Jura wird jetzt ein härteres Glas zu Brillanten bereitet. Künstliche schwarze Diamanten stellt Gygot Lupold in Locle dar, den Karat für 6 Fr., während die natürlichen 27 Fr. kosten. Deville (Compt. rend. März 1867. 547) spricht auch von Diamantmasse in ihrer Entstehung. In Paris sind die großen Diamanten in Straß nachgemacht käuflich zu haben, bei uns in der Mineralienhandl. von Dr. Schuchardt zu Görliz, aber ziemlich ungenau.

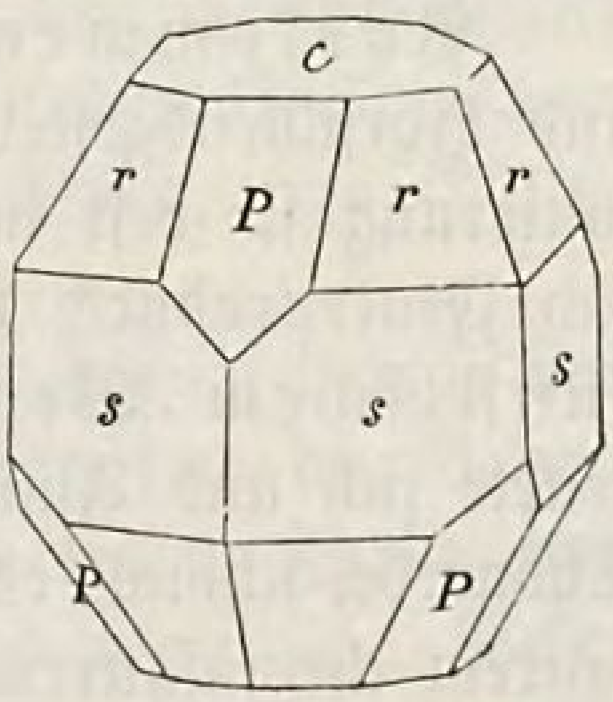
2. Korund.

Graf Bournon (Philos. Transact. 1802) vereinigte unter diesem Indischen Worte alle Minerale, die unter dem Namen Sapphir, Rubin, Demantspath, Smirgel 2c. zerstreut waren. Es sind darunter die werthvollsten Edelsteine begriffen, welche die Juweliere mit dem Beinamen „Orientalische" auszuzeichnen pflegen. Nach der Intensität ihrer Farben theilt man sie seit ältester Zeit in männliche und weibliche: jene dunkeler, diese lichter. Hauy versuchte sogar für die edlen einen neuen Namen Télésie (vollkommener Körper) einzuführen.

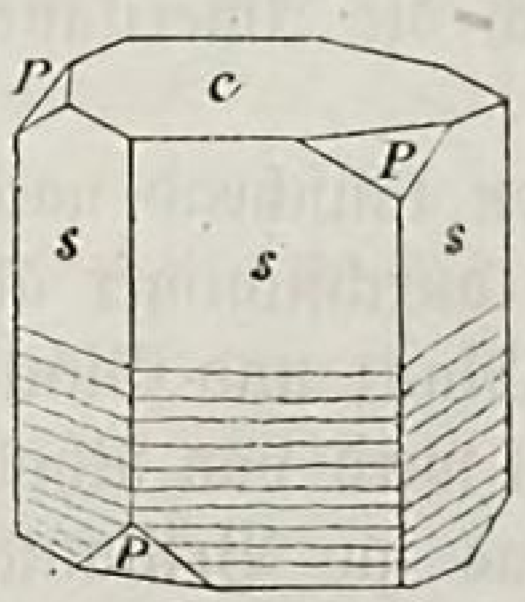
Dreigliedriges Krystallsystem, mit stark dihexaedrischer Ausbildung, ganz wie der mit ihm isomorphe Eisenglanz: deutlich blättriges Rhomboeder P 86° 6′ in den Endkanten, daher

$$a = 0{,}7344 = \sqrt{0{,}5393},\ \lg a = 9{,}86591.$$

Auffallender Weise sind von den drei Blätterbrüchen zwei meist deutlicher als der dritte, oft kann man den dritten kaum finden, was schon Hauy wußte. Die Stücke sehen dann Feldspathartig aus, haben aber auf den beiden deutlichern Brüchen eine Streifung, so daß sie einem Complex von kleinen rhombischen Säulen gleichen. Bei manchen kann man sich entschieden überzeugen, daß die Streifung mit Zwillingsbildung zusammenhängt. Die edlen zeigen den Blätterbruch minder deutlich, dagegen nach der Geradendfläche $c = c : \infty a : \infty a : \infty a$ gern eine blättrige Absonderung ebenfalls mit Streifung, aber auch hier sucht man die dem dritten rhomboedrischen Blätterbruch entsprechende häufig vergebens. Sehr schöne dreigliedrige Oktaeder kommen beim Rubin vor, die man nicht mit Spinell verwechseln darf. Immer nur die 2te sechsseitige Säule $s = a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$ mit Geradendfläche, woran das Rhomboeder die abwechselnden Ecken abstumpft, wird aber leicht stark bauchig.



Sehr schön durch Zonen bestimmbar ist das Dihexaeder $r = c : \frac{3}{2}a : \frac{3}{4}a : \frac{3}{2}a$ (128° 3′ Endkante),



welches in der Diagonalzone des Rhomboeders liegt und zugleich die Endkante der 2ten Säule abstumpft. Die Rubine von Ceylon leicht daran zu erkennen. Wenn das Dihexaeder sich ausdehnt, so stumpft daran das Rhomboeder die abwechselnden Kanten ab. Dihexaeder $c : \frac{3}{4}a : \frac{3}{8}a : \frac{3}{4}a$, $c : \frac{1}{2}a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{2}a$, $c : \frac{2}{9}a : \frac{1}{9}a : \frac{2}{9}a$.

Zwillinge. Beim grünlichen Korund von China kommen Stücke vor, die nach einer Flächenrichtung c deutliche Blättchen bilden, welche quer dagegen gespalten aus lauter lichten und dunkeln Streifen bestehen. Offenbar Zwillinge, doch kann ich die Stücke nicht so gegen das Licht drehen, daß die dunkeln Streifen licht, und die lichten dunkel werden.

Härte 9, also nur vom Diamante übertroffen, und von keinem andern erreicht. Darauf beruht die Anwendung der schlechtern Sorten als Schleifmaterial. Gewicht 4 (blaue 3,98, rothe 3,91, weiße 3,98). Allerlei Farben und allerlei Grade von Durchscheinenheit, wovon ihr Werth abhängt. Manche blaue sehen quer zur Hauptaxe grün aus, besonders mit dem Dichroskop. Strahlenbrechung 1,78, also stärker als bei Glas, daher auch wohl zu mikroskopischen Linsen vorgeschlagen, die Pritchard pag. 121 ausgeführt hat. Natürlich mußte die Axe der Linsen genau mit der optischen zusammenfallen, weil sie nach andern Richtungen doppeltbrechend wirken würden. Die Farbe hat etwas Einfluß auf die Strahlenbrechung. Optisch 1axig, aber bei der Drehung geht das Kreuz auseinander.

$\ddot{\text{A}}\text{l}$ = 53,3 Al und 46,7 O. Die ältern Analysen gaben etwas Kieselerde an, allein H. Rose zeigte, daß er mit $\dot{\text{K}}\,\ddot{\text{S}}^2$ zu einer im Wasser vollkommen löslichen Masse schmilzt, was bei Gegenwart von Kieselerde nicht der Fall sein könnte. Man muß ihn aber zu dem Ende in eisernen Mörsern stoßen, denn in Achatschalen reibt er Kieselerde ab, auch ist das angewandte Kalihydrat leicht Kieselerdehaltig. Das feine Pulver wird mit Kobaltsolution blau. Da $\ddot{\text{A}}\text{l}$ in Kalilauge sich löst, und das mit ihr isomorphe $\ddot{\text{F}}\text{e}$ nicht, so kann man beide dadurch leicht trennen. Brewster fand zuweilen Flüssigkeiten darin.

Vorkommen. Die gemeinen findet man vorzugsweise in Talk- und Hornblendgesteinen, die edlen in Vulkangebirgen, durch deren Verwitterung sie erst in das Schuttland gelangen, so daß sie fast ausschließlich Feuerproducte sind. Diese Ansicht wird durch die Darstellung auf künstlichem Wege sehr gestützt: Gaudin (Compt. rend. 1837. 999) bereitete sich aus Ammoniakalaun zunächst ein weißes Pulver von reiner Thonerde, schmolz es in einem Kienrußtiegel im Knallgebläse mit 2—3 p.C. saurem chromsaurem Kali: es floß anfangs zu grüner Masse, dann zu rubinrothen Kügelchen, die blättrigen Bruch zeigten und Topas ritzten. Wegen der Schnelligkeit der Krystallisation verloren sie aber alle Durchsichtigkeit. Ebelmen (Compt. rend. 1851. XXXII. 330) mischte Thonerde

mit Borax, und um der Masse mehr Festigkeit zu geben, setzte er Kieselerde oder Kohlensauren Baryt zu. Das Ganze wurde mehrere Monate lang der Hitze des Porcellan- oder Steingutofens ausgesetzt, und es erzeugten sich nun meßbare Krystalle, von großer Klarheit und schöner Edelsteinfarbe, roth, blau rc.! Deville verflüchtigte Fluoraluminium und Borsäure in Kohlentiegeln, wo die Dämpfe sich begegnen, entsteht Fluorbor und farbloser Korund. Fluorchrom in kleinen Mengen erzeugte Rubin und Sapphir, in größern gesättigte Smaragdfarbe.

Rubin, karmesinroth, aber gern mit weißen Flecken, die man jedoch durch vorsichtiges Glühen nehmen kann. Wirkt stark auf das Dichroskop. Vor dem Löthrohr zeigt er eine höchst merkwürdige Farbenwandlung, die besonders bei klaren Stücken auffällt; macht man nämlich kleine Krystalle glühend, was man dreist thun kann, da sie nicht zerspringen, so werden beim Erkalten dieselben farblos, dann grün, und zuletzt wieder schön roth. Der Spinell zeigt die grüne Farbe nicht. Unstreitig der werthvollste aller Edelsteine, und ohne Zweifel von Theophrast unter A n t h r a x inbegriffen, der vollkommen unverbrennbar gegen die Sonne gehalten einer glühenden Kohle gleiche, bei Plinius Indischer Carbunculus. Die dunkelfarbigen (männlichen), welche nach Agricola das Auge zittern machen, sind vollkommen rein theurer als Diamanten. Auf der Auction des Marquis de Drée in Paris wurde einer von $2\frac{1}{2}$ Karat für 14,000 Franken verkauft! Pegu in Hinterindien das Land der Rubine. Die Bewohner glauben, er reife in der Erde: anfangs sei er farblos und unreif, werde dann gelb, grün, blau und zuletzt roth, als dem höchsten Punkt der Reife. Die kleinen von Ceylon sind blaß rosenroth (weiblich), man bekommt diese leicht in größern Mengen aus alten Sammlungen, weil sie früher officinell waren. Viele darunter sind so deutlich krystallisirt, daß man sie leicht von den mitvorkommenden Spinellen unterscheiden kann. Sie liegen im Schuttlande, als Muttergestein gibt Tennent den Dolomit von Bullatotte und Badulla an. Schon Marco Polo sah beim König von Ceylon spannenlange Rubine, welche nach dem Ausdrucke der Singalesen die Farbe des Taubenblutes haben müssen. Zu dem Ende sollen sie die bläulichen in gebrannten Kalk hüllen und stark erhitzen. Nach Stephen (Quaterl. Journ. geol. soc. 1854. X. 303) liefert auch Australien vortreffliche, die aus den Diamantsaifen von Neusüdwallis und aus den Basalten von Victoria geben an Reinheit den Ceylonischen nichts nach. Rubinglas findet man schon in Celtengräbern, und Gläser lassen sich mit Goldpurpur ganz so färben.

Sapphir 2 B. Mosis 24, 10. Das Wort ohne Zweifel hebräischen Ursprungs, doch wurde von Griechen und Römern darunter der Lasurstein begriffen. Unsern nennt Plinius 37. 38 wegen seiner Farbe von Kornblumen C y a n o s, und unterscheidet mares und feminas. Seine Farbe kann ihm durch Feuer entzogen werden, und dann steht er im Glanz den geschliffenen Diamanten am nächsten. Das Blau könnte von einem kleinen Eisengehalt herkommen, den schon Klaproth auf 1 p.C. $\dot{F}e$

angab, wenn nicht auch Chrom die Eigenschaft hätte. Auf Ceylon noch häufiger als Rubin. Wir machen gegenwärtig die Farbe mit Kobalt täuschend nach. Die Alten wußten das aber nicht, und doch ist das dunkelblaue Glas der antiken Vase im brittischen Museum mit seinen blendendweißen Basreliefs von unübertrefflicher Schönheit weltbekannt, auch sagt Plinius ausdrücklich adulteratur maxime tinctura, und schreibt diese Kunst des Nachmachens einem Egyptischen Könige zu. Enthält nach Sorby flüssige Kohlensäure.

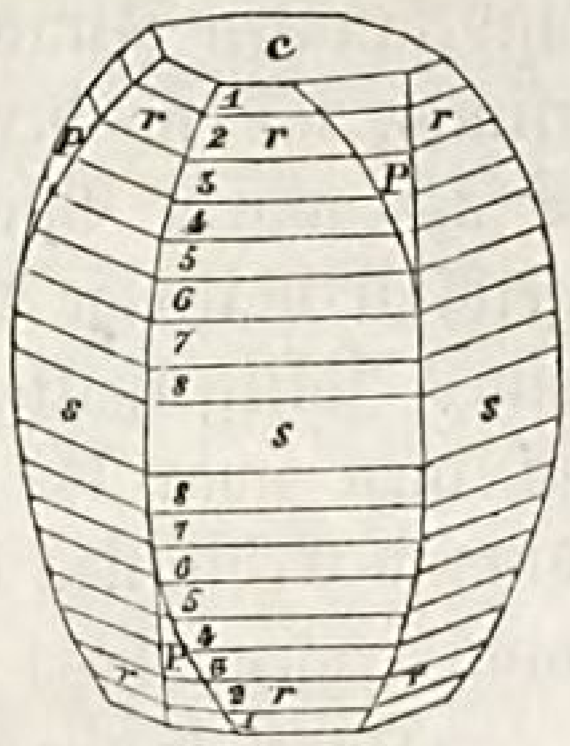
Sternsapphir (Katzensapphir) von Ratnapura auf Ceylon zeigt symmetrisch über die Axe c rundgeschliffen einen sechsstrahligen Lichtstern, der auf der Geradendfläche senkrecht gegen die Seiten steht, und nach Babinet von einer dreifachen Streifung abhängt. Es kommen auch Rhomboeder vor, deren Endkanten leuchten. Geschiebe mit einfachem Lichtschein sind häufig, deutliche Sterne aber selten. Doch scheint schon Plinius hist. nat. 37. 48 ihn unter Astrios (Güthe, über den Astrios-Edelstein. Denkschr. Münch. Akad. 1809) zu begreifen, denn die Worte in India nascens intus a centro ceu stella lucet passen vortrefflich auf ihn, und Hausmann suchte es wahrscheinlich zu machen, daß der Meou-pho-lo-kiu-la-pho der Buddisten, welcher sich in den Topen der Indo-Baktrischen Königsstraße findet, nicht Katzenauge, sondern Sternsapphir sei.

Sapphir spielt leicht in andere Farben über, aber meist blaß, wenn intensiv, so unterscheidet man orientalischen Amethyst, or. Topas, or. Hyacinth; der seltenste aller Steine, besonders mit gesättigter Farbe, ist orientalischer Smaragd 3,95 Gewicht, wahrscheinlich mit viel Chrom gefärbt.

Unter den trüben thun sich besonders die rothen und blauen aus dem Dolomit von Campo longo südlich vom St. Gotthardt hervor, gut krystallisirt, und oft an einem Krystall mit beiden Farben. Eine Seltenheit ist der blaue Sapphir aus dem Basalt von Unkel und der Mühlsteinlava von Niedermendig, Glanz und Härte unterscheidet ihn leicht vom dortigen Hauyn. Da sie öfter in eingewickelten Urgebirgsbrocken liegen, so können es Fremdlinge sein. Die Iserwiese im Riesengebirge, und der Vulkan Couper bei St. Eble (Haute Loire) liefert blaue und grüne Geschiebe. Letztere bilden wegen ihrer besondern Härte in Genf einen Handelsartikel zu Zapfenlagern in Taschenuhren. Bläuliche fast zum Schmucke taugliche Säulen kommen im Granit von Wolfshau bei Krummhübel in Schlesien, im Talk von Kirchmislau in Mähren, im Ural (1828 entdeckt) an verschiedenen Punkten besonders in den Umgebungen des Ilmensees bei Miask vor. Blöcke von einem dichten bis feinkörnigen Gestein, das weiß und feldspathartig aussieht, aber mit Säure gelatinirt und eine Skapolithartige Zusammensetzung hat, liegen in den Goldsaifen von Barsowskoi bei Kyschtimsk südlich Katharinenburg. G. Rose (Reise Ural II. 150) nannte sie Barsowit. Darin sind lange sechsseitige Säulen von Korund bis zu 3 Decimeter Länge in großer Menge eingesprengt.

Besonders berühmt seit Greville (Philos. Transact. 1798) sind die

schönen einfachen Krystalle aus Ostindien und China. Werner begriff diese vorzugsweise unter dem einheimischen Namen



Korund. Es sind sehr scharf ausgebildete sechsseitige Säulen mit Geradendfläche, woran der Blätterbruch die Ecken abstumpft. Röthliche und blauliche Farben bei den Ostindischen von Carnatik und Mysore, grünliche mit der bekannten Streifung von Kanton. Letztere liegen im Indianit pag. 282 mit schwarzer Hornblende und sind sehr blättrig. Oft werden die Säulen auch bauchig, was sich theilweis durch über einander liegende Dihexaeder erklärt. Phillips bildet nicht weniger als 8 solche an einem Krystalle ab. Die über einander gelagerten Blätter der Geradendflächen stehen nach Mohs öfter in abwechselnder Zwillingsstellung. Demantspath hieß Werner haarbraune Varietäten von China, die sich auf der Geradendfläche durch Streifen nach zwei Richtungen auszeichnen. Ihre Farbe danken sie lediglich der Verwitterung blauer Stücke. Besonders reich sind die östlichen Staaten von Nordamerika, wo man auf Gängen im Serpentin Krystalle von 3 Centner Schwere findet.

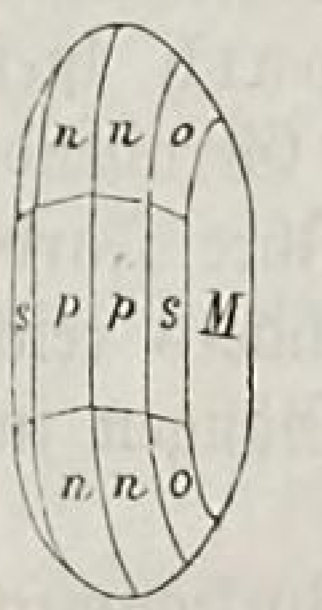
Smirgel (σμύρις) heißt das feinkörnige bis dichte Vorkommen, was mit Magneteisen verunreinigt zu Pulver gestoßen seit uralter Zeit als Schleifmittel dient. Das hebräische Wort Schamir Jerem. 17, 1 (die Sünde Juda sei in seines Herzens Tafeln mit einer Schamirspitze eingegraben) scheint schon auf diesen Stein zu deuten. Gewöhnlich verunreinigt durch Magneteisen ꝛc. Naxos (Jahrb. 1850. 681) war besonders berühmt, der Pflug fördert ihn dort zu Tage, und noch heute führt man die Blöcke als Ballast ein (Gemmis scalpendis atque limandis Naxium diu placuit ante alia, Plinius hist. nat. 36. 10). Am Ochsenkopf bei Schwarzenberg im Erzgebirge findet er sich in einen harten Talkschiefer eingesprengt; den durch Eisenglanz verunreinigten von der Insel Guernsey, in Paris zur Spiegelfabrikation benützt, kann man noch kaum für Korund erkennen, wie es überhaupt mit vielen Smirgelsorten im Handel der Fall ist. Der beste Smirgel wird aus dem Korund gemacht, doch ist auch dieser durch Verwitterung öfter weicher geworden, wie die schmutzig grünlich grauen faustgroßen Krystalle in einem verwitterten Barsowitartigen Gestein von Biella (Mozzo) in Piemont. Dieselben zeigen nicht die Spur von Structur mehr, sind also ganz im Afterbildungsprozeß begriffene Korunde, und oft so weich wie Speckstein. Der Naxische Smirgel war lange ein Monopol der Engländer, bis er zu Chester in Massachusetts (Compt. rend. LX. 421) seinen Rivalen fand. Die Masse gestoßen und geschlemmt, wie es Hauy (Mineral. IV. 140) beschrieb, wird nach der Zeit sortirt (15, 8, 4, 2, 1, $\frac{1}{2}$ Minute), welche sie zum Setzen aus dem Wasser braucht.

Anhangsweise erwähnen wir hier auch der Hydrate von Thonerde:

a) Diaspor Hauy (Miner. IV. 506) $\ddot{A}l\,\dot{H} = Al.O.OH$ (Hydroxyd),

isomorph mit Brauneisenstein. Bauxit ist ein eisenhaltiges Hydroxyd. Von διασπείρω zerstreuen, weil das Hauy'sche grünlich graue Exemplar unbekannten Fundortes an der Lichtflamme in feine Stücke zersprang, die flimmernd in der Luft herum flogen. Dieses von Lelièvre erhaltene Stück, worin Vauquelin 18 $\dot{H}$ nachwies, war lange das einzige, bis sich gelblich blättrige Massen 1830 bei Katharinenburg in kleinen Gängen eines smirgelhaltigen Chloritschiefers fanden. Davon sehr verschieden scheinen zwar die klaren grünlich weißen Krystalle vom Kronprinz Ferdinand Erbstollen bei Schemnitz zu sein, die im polarisirten Lichte Trichroismus zeigen (Pogg. Ann. 61. 311), allein auch hier stimmt die Analyse.

Hauy beschreibt sie als eine geschobene Säule p/p von 130°, deren scharfe Kante durch den deutlich blättrigen Bruch M gerade abgestumpft wird. Letzterer ist gern krummschalig, und gibt der Masse Aehnlichkeit mit breitschaligem Cyanit. Damit stimmt der Schemnitzer Winkel 129° 54′ (Haidinger) sehr gut, obgleich die Krystalle auffallend sphärisch gekrümmt sind. Ueber Säule p/p liegt ein Oktaeder n = a : b : c, vorn in der Kante a : c 151° 54′. Eine Zuschärfung der scharfen Säulenkante s = a : $\frac{1}{3}$b : ∞c macht über dem Blätterbruch M 109° 6′, und darüber krümmt sich ein zweites Oktaeder o. Darnach würde das System 2gliedrig sein. Die kleinen tafelartigen Krystalle von Kossoibrod (Kokscharow Mater. Min. III. 173) haben das bestätigt. Sie messen p/p 129.47, n/n 151.31, woraus a : b = 1,552 : 3,312 folgt, mit den Flächen: p 110, n 111, M 010, P 100, x 163, r 512, n 021, m 094, y 120, z 160, 11.10.0. Höchst interessant ist das Vorkommen von perlmutterglänzenden weißen Tafeln, welche den Rubinkrystallen von Campo longo ankleben, und von Kenngott (Uebers. Min. Forsch. 1859. 64) für Diaspor erklärt werden. Man darf sie nicht mit den dortigen optisch 1axigen Perlglimmern verwechseln. Auch Hr. v. Senarmont (Compt. rend. 1851. 32. 762) gelang es, beide, Korund und Diaspor, auf nassem Wege unter Druck darzustellen.



Härte 5—6, Gew. 3,4. Die Russischen durch Brauneisenocker braun gefärbt, derselbe läßt sich aber mit Säuren wegnehmen.

Vor dem Löthrohr anfangs zersplitternd, dann aber widersteht er, und schmilzt kaum an den feinsten Spitzen, die sich mit Kobaltsolution blau färben. Im Mittel 86 $\ddot{\text{Al}}$ und 15 $\dot{H}$. Die Schemnitzer theilweis ganz klar liegen in einer weißen Steinmarkartigen Gebirgsart, die man Dillnit nach dem Fundorte Dilln genannt hat (Pogg. Ann. 78. 577).

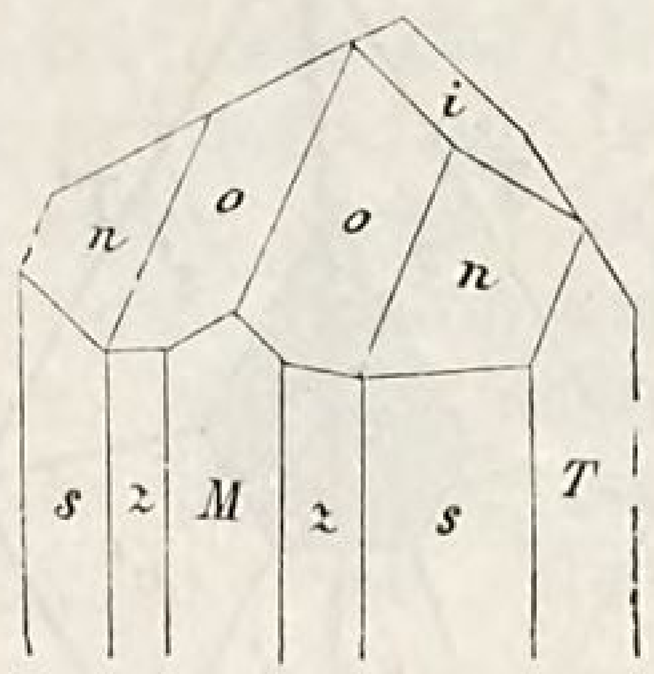
b) Hydrargillit G. Rose (Reise Ural. II. 122), im Talkschiefer mit Magneteisen und Chlorospinell bei Slatoust am Ural. $\ddot{\text{Al}}\dot{H}^3$, 65,5 $\ddot{\text{Al}}$ und 34,5 $\dot{H}$. Reguläre sechsseitige Säulen, mit blättriger perlmutterglänzender Geradendfläche. Ein Rhomboeder von 60° 11′ stumpft die Endkanten der Säule ab, Kokscharow (Material. IV. 89 und 398), nach Descloizeaux jedoch gemäß des optischen Verhaltens monoklin, mit einer schiefen Rhombsäule von 60°. Die Krystalle aber nur 1—2 Linien groß.

Röthlich weiß, in dünnen Blättchen durchsichtig. Härte 2—3, Gew. 2,35. Gibbsit Emmons aus einer verlassenen Brauneisensteingrube von Richmond kommt in traubigen und stalactitischen Ueberzügen vor (Edinburgh phil. Journ. 1822. VII. 388). Er enthält nach Torrey's ausdrücklicher Untersuchung keine Phosphorsäure, sondern 34,7 Ḣ. Der Name von ὕδωρ Wasser und ἄργιλλος Thon ist indessen bezeichnender. Freilich wurde er schon von Davy (Phil. Transact. 1805. 162) für Wavellit vorgeschlagen.

3. Chrysoberyll Wr.

Der Name kommt zwar schon bei Plin. hist. nat. 37. 20 vor, allein das war nicht der unsrige. Hauy nannte ihn nach seinem innern Lichtschein Cymophan (κῦμα Welle). Die ältern hielten ihn für Chrysolith, aber es ist der dritthärteste Stein.

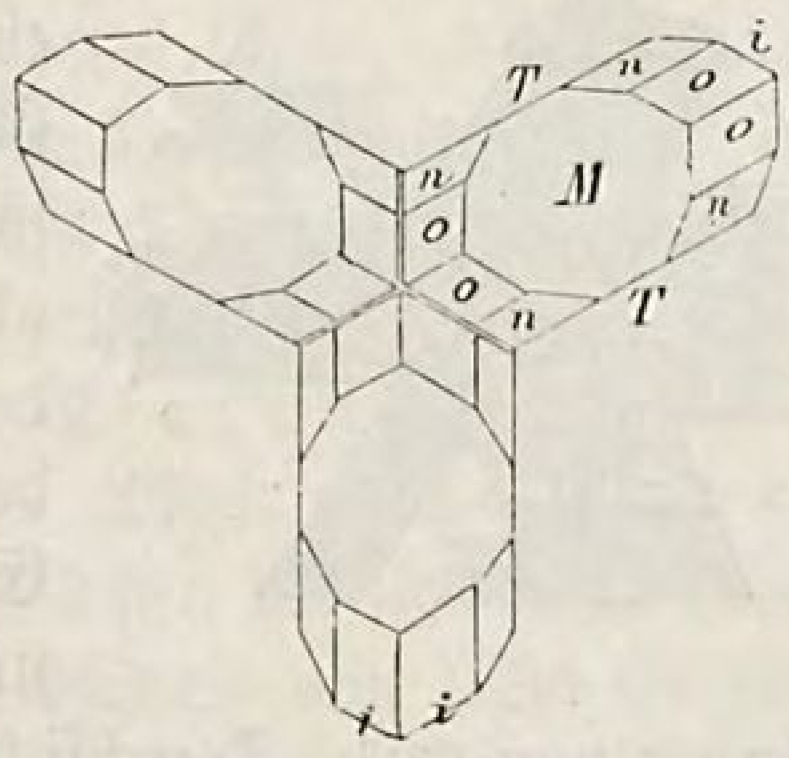
2gliedriges Krystallsystem. Geschobene Säule z = a : b : ∞c 129° 38′, der scharfe und stumpfe Säulenwinkel gerade abgestumpft, besonders wird die Fläche der stumpfen Säulenkante M = a : ∞b : ∞c stark längsgestreift, weil eine ganze Reihe von Säulenflächen auftreten, T = b : ∞a : ∞c nur sehr wenig blättrig. Sehr bestimmt ist das Paar i = b : c : ∞a 119° 46′ in der Axe c bildend. Legt man die Säulenwinkel z und i zu Grunde, so ist



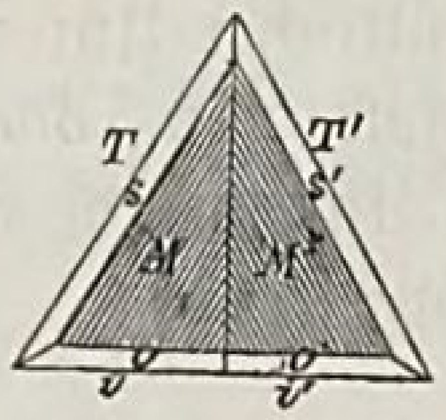
$$a : b = \sqrt{0,6571} : \sqrt{2,972} = 0,81 : 1,724$$
$$la = 9,90881, \; lb = 0,23652.$$

Zwei Oktaeder o = a : b : c und n = a : ½b : c besonders bei den Sibirischen, zu letzterm bildet s = a : ½b : ∞c die zugehörige Säule. Schon Hauy erwähnt einer Fläche f = a : b : ½c, auch kommt ein vorderes Paar x = a : c : ∞b vor, so daß zum Oktaeder o alle drei Paare vorhanden sind: seltener m 203, r 130, t 270, v 211, w 122 ꝛc. Lévy und nach ihm die Franzosen stellen die Säule i/i aufrecht.

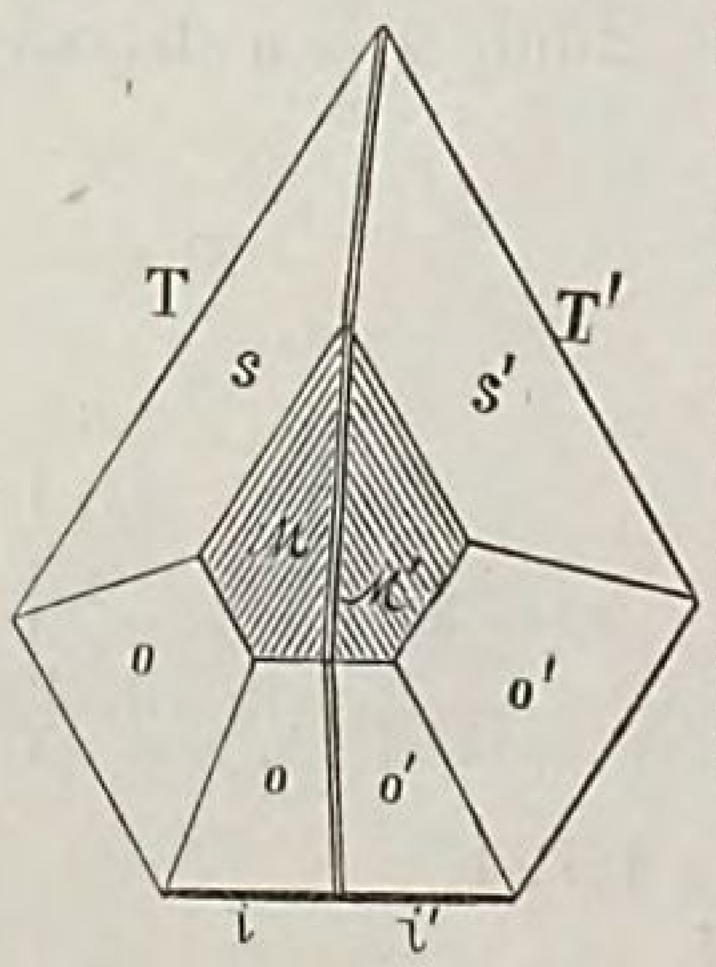
Drillinge fanden sich bei den Smaragdgruben an der Takowaja von ausgezeichneter Schönheit. Dieselben haben i = b : c : ∞a gemein und liegen umgekehrt. Wäre der Winkel i/i genau 120°, wie Hauy annahm, so würde beim Durchwachsen durch die Oktaederflächen o o o ein vollkommenes Dihexaeder von 86° 16′ in den Seiten- und 139° 53′ in den Endkanten entstehen. Die kleine Differenz von 22′ macht aber, daß zwei anstoßende Flächen o/o′ nicht genau einspiegeln, sondern einen Winkel 179° 31′ bilden, ebenso knickt sich die Seitenkante des Dihexaeders um 179° 18′ heraus, was aber das Auge bei der Rauhigkeit der Flächen nicht wahrnimmt. (G. Rose Reise Ural II. 379). Wenn i/i = 120° ist, so bilden o 111 mit s 120 genau ein



Dihexaeder. Dieser Typus macht sich besonders bei den grasgrünen von **Haddam** geltend, die im Albit mit grauem Bergkrystall und rothen Leucitoedern von Granat liegen. Nebenstehende Figur



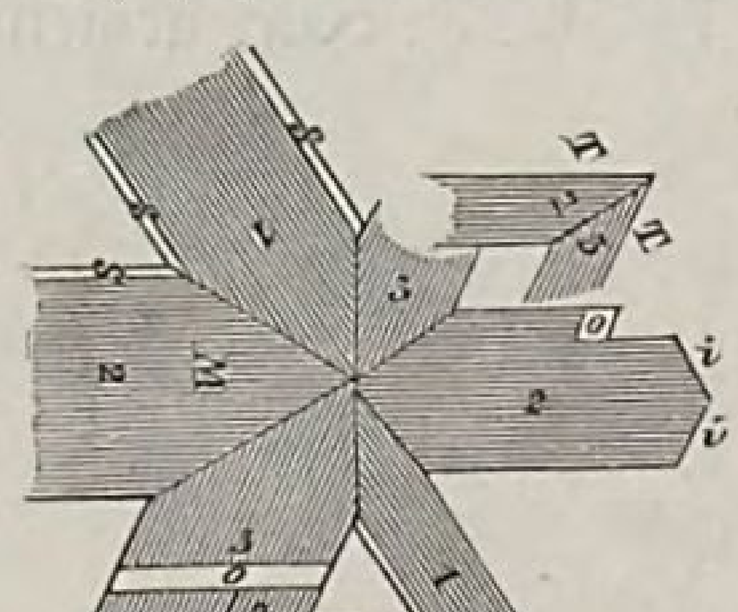
bildet ein knieförmiges Stück, was aus dem gewöhnlichen Zwilling in Folge von Durchwachsung entsteht, wobei immer die Flächen oo' und ii' einspiegeln. Wenn dazu nun ss' kommt, so entsteht ein förmlich rhomboedrisches Ende, dessen federartige Streifung aber den Zwilling beweist. Wie erfinderisch Natur in dieser Art ist, zeigen die Abbildungen von Dana (Hessenberg Abh. Senckenb. Nat. Gesellsch. 1861. IV. 24). Es bleibt immer dasselbe Gesetz, wie das schon Hr. Descloizeaux (Ann. Chim. et Phys. 1845. XIII) ausführlich nachweist. Hr. v. Kokscharow (Mater. IV. 85) will dagegen die **herzförmigen Alexandrite**, die ebenfalls



nichts von einem dritten Individuum zeigen, durchaus einem zweiten Zwillingsgesetze zutheilen, welche in der Doppeltlinie die Fläche $c : \frac{1}{3}a : \infty b$ gemein hätten und umgekehrt lägen. Allein es ist das wohl immer wieder der alte Fall, daß in dem Grade wie der Säulenwinkel i/i sich 120° nähert, die Verwachsungsfläche reciprok wird. Kokscharow fand i/i = 119° 46' 34", also $a : c = \sqrt{3} : 1$, daher wie beim Humit die Verwachsungsfläche

$$c : \frac{1}{\sqrt{3}} = c : \frac{a}{a\sqrt{3}} = c : \frac{a}{3}.$$

Freilich müßten i und i', sowie die darüberliegenden o und o' einspiegeln. Es wird das sofort klar, wenn wir auf das über die zweigliedrigen Zwillinge pag. 97 Gesagte zurücksehen: i und i entsprechen dann AA bei 3, und wenn sich die Säulenmasse ausdehnte, so entstände mitten zwischen BB eine Berührungsebene, die sobald die Säule 120° würde genau auf die einspiegelnde A senkrecht würde. Dieses Herz macht dann auch sofort das Amerikanische Dreieck von Haddam klar. Bei den spargelgrünen Tafeln von **Marschendorf** in Mähren,



ebenfalls mit Granat und 2axigen Glimmern in Gneis und oft dünn wie Papier, findet sich ein förmliches Gewirr, Kniezwillinge und Drillinge, aber es ist kein Theilchen da, was nicht einem der drei Individuen parallel ginge, wie man an der Streifung auf M leicht sieht. Die äußern Enden verlaufen sich oft unbestimmt im Gestein, und der 2axige Glimmer legt sich gern in die Fugen von 60°. Durchsichtige Platten haben im polarisirten Lichte einen prächtigen Schein, der das Erkennen erleichtert. Die + optischen Axen liegen in $T = b : \infty a : \infty c$, machen 45° 20', Axe c Mittellinie, aber Wärme ändert den Winkel. In geschliffenen Ringsteinen gewahrt man

die herrlichen Farbenringe mit einem tiefblauen Kreuze, und sehr deutlich $\varrho > v$. Trichroismus (Pogg. Ann. 77. 228).

Härte 8—9, folgt auf Korund, Gew. 3,7 (3,73 Brasilien, 3,69 Sibirien). Strahlenbrechung 1,76.

B̈e Äl^3 mit 78 Äl, 18 B̈e, 4,5 Ḟe. Ebenfalls gänzliche Abwesenheit von Kieselerde. B̈e scheint nach H. Rose (Pogg. Ann. 1848. Bd. 74. 433) mit Äl isomorph zu sein, denn setzt man Kohlensaure Beryllerde dem Feuer des Porzellanofens aus, so bildet sich eine zerdrückbare Masse, die unter dem Mikroskop aus kleinen regulären sechsseitigen Säulen besteht, und Ebelmen (Compt. rend. 1851. XIX. 712 und XX. 526) hat sie sogar in Dihexaedern mit Säule und Geradendfläche dargestellt, indem er Kieselsaure Beryllerde längere Zeit mit Kohlensaurem Kali schmolz. Die Seitenkanten der Dihexaeder maßen 122° 44′ (beim Korund 122° 22′). Schmilzt man dagegen Thonerde und Beryllerde mit Borsäure, so kommt zweigliedriger Chrysoberyll sowohl einfach als in Zwillingen. Darnach wären also die Erden isomorph und dimorph. Da Beryllerde mit Pulver von Kohlensaurem Baryt in der Kälte nicht gefällt wird, also eine stärkere Basis als Thonerde ist, so wollte man sie eine Zeit lang sogar für einatomig (Ḃe) ansehen. Jetzt kommt man darauf wieder zurück, und schreibt den Chrysoberyll Ḃe Äl = Be Al$_2$ O^4, und glaubt dadurch zum Isomorphismus mit Chrysolith Mg^2 Si O^4 zu gelangen. Sie löst sich in kalter concentrirter Kalilauge, wie die Thonerde, scheidet sich aber in verdünnter durch Kochen aus, wodurch man sie von der Äl trennt. Auch Salmiak löst.

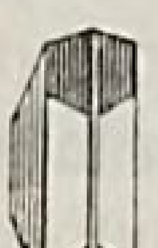
a) Spargelgrüner (bis Olivengrüner) als Geschiebe von Ceylon und Brasilien (bis zu 16 Pfund schwer) längst bekannt, aber meist in einfachen Krystallen. Viele darunter zeigen ein bläuliches, wogendes Licht, besonders wenn man von der Axe b nach c hinauf sieht. Brewster fand auf $\frac{1}{7}$ Quadratzoll 30,000 feine Höhlungen, die wohl die Ursache sein könnten. Später fand er sich zu Haddam in Connecticut und in Gneisblöcken am Schinderhügel bei Marschendorf in Mähren, gewöhnlich in Zwillingstafeln und ohne Lichtschein. Sehr schön schwefelgelb und von 3,83 Gew. kommen sie in den Goldseifen an der Sanarka am südlichen Ural vor, Kokscharow IV. 72.

b) Grasgrüner (bis Smaragdgrüner) 3,64 Gew., am Tage der Volljährigkeit des russischen Thronfolgers in den Smaragdgruben an der Takowaja 180 Werste östlich Katharinenburg mit Phenakit im Glimmerschiefer gefunden, und da er auch die beiden militärischen Hauptfarben des russischen Reichs roth und grün zeigt, Alexandrit genannt (Schrift. Petersb. Mineral. Ges. 1842. I. pag. CXVI). Meist in Drillingen bis zu $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Durchscheinend, aber wegen der vielen Sprünge nicht zum Schleifen geeignet. Einem geringen Gehalt von 0,36 G̈r verdankt er seine grüne am Tage sehr gefällige Farbe, beim Lichte Abends sieht er dagegen dunkelroth wie Pyrop aus, besonders wenn man parallel der Axe a quer durch M sieht. Das Mineral läßt meist nur in den klaren Ecken

rothe und grüne Strahlen durch, die senkrecht auf einander polarisirt sind. Im Tageslicht mischen sich die Farben, und das Grün bleibt überwiegend. Gegen die Flamme oder die untergehende Sonne gehalten, worin die rothen Strahlen vorherrschen, überwiegt dagegen das Roth. Kokscharow sagt, er sei am Tage ein Smaragd, und Nachts ein Amethyst.

4. Spinell.

Der Name dieses geschätzten Edelsteins stammt aus dem Mittelalter, bei Leonardi (Speculum lapideum 1533. pag. 28) und Agricola pag. 625 finden wir ihn bereits.



Reguläres Krystallsystem wie Magneteisen. Kleine Oktaeder mit abgestumpften Kanten herrschen bei den edlen, namentlich häufig auch die Zwillinge, welche sich nach einer trigonalen Axe oft auffallend verkürzen. Beim schwarzen Ceylanit kommt das Leucitoid a : a : $\frac{1}{3}$a vor, welches die Oktaederecken vierflächig zuschärft, Fläche auf Fläche aufgesetzt. Selten das Pyramidenoktaeder a : a : 2a.

Härte 8, Gew. 3,5, Strahlenbrechung 1,7. In der Farbe und der Edelkeit findet eine solche Mannigfaltigkeit Statt, daß man die Sache nur nach ihren Varietäten festhalten kann.

Chemisch steht auf einem Pol die edle $\dot{M}g\,\ddot{A}l$, auf dem andern das unedle Magneteisen $\dot{F}e\,\ddot{F}e$. Trotz dieses namentlich auch durch die Zwillinge begründeten Isomorphismus müssen wir letzteres doch bei den oxydischen Eisenerzen abhandeln. Die chemische Formel in ihrer ganzen Allgemeinheit wäre

$$(\dot{M}g, \dot{F}e, \dot{M}n, \dot{Z}n, \dot{C}u)\ (\ddot{A}l, \ddot{F}e, \ddot{M}n, \ddot{C}r) = \dot{R}\,\ddot{R}\,O^4.$$

Wenn man blos die Valenzen ins Auge faßt, so kann man 3 Molecule Spinell dem Granat $\dot{R}\,\ddot{R}\,Si^3\,O^{12}$ gleichsetzen, und Isomorphismus herausklügeln.

a) Edler Spinell $\dot{M}g\,\ddot{A}l$, Vauquelin gab 5,2 $\ddot{C}r$ an, und Abich hat wenigstens 1,1 $\ddot{C}r$ nachgewiesen, woraus die rothe Farbe erklärt werden könnte. Die Kieselerde soll auch hier nach H. Rose durchaus fehlen. Die ältern Analysen sind sehr ungenau, weil das Mineral den Reagentien starken Widerstand leistet. Klaproth mußte es durch zweimaliges Glühen mit der 10fachen Menge von kaustischem und kohlensaurem Kali aufschließen, Professor Abich wandte zuerst kohlensauren Baryt mit Glück an, und fand 69 $\ddot{A}l$ und 26 $\dot{M}g$. Die rothen Krystalle erhitzt werden zwar farblos, aber nicht grün, wie der Rubin; erkaltet nehmen sie ihre Farbe wieder an, bekommen jedoch leicht Risse.

Farblose Oktaeder können mit Diamanten verwechselt werden, haben aber nicht den starken Glanz, wohl aber das Gewicht 3,52.

Rubin-Spinell steht in Farbe dem Rubin nahe, kann zwar ganz dunkel werden, aber das Feuer erreicht er nicht, abgesehen von der geringern Härte.

Balas-Rubin (rubis balais) ist blaß roth, Ballagius a pallido colore, hat gern einen Stich ins Blau, was namentlich an den Kanten der Oktaeder hervortritt. Schon Marco Polo sammelte davon auf seiner Reise zum Großchan am Ende des 13ten Jahrhunderts in der Provinz Balascia am obern Oxus, wo sie in der Erde gesucht wurden. Freilich mögen dabei auch Rubine gewesen sein. Carbunkel, rubein und balastus bilden bei Megenberg pag. 437 die drei Abstufungen des Carbunkelstains.

Almandin-Spinell einen starken Stich ins Violette, aber blaß.

Rubicell hyacinthroth, verläuft sich nicht selten ganz ins Strohgelbe.

Man bekommt besonders die rothen sehr leicht, da sie früher officinell waren. Sie sollen meist aus dem Sande von Ceylon stammen, der mitvorkommende Rubin kann oft kaum von ihnen unterschieden werden. Die Oktaeder von allen Graden der Durchscheinenheit haben meist nur 1—3‴ Größe.

b) Blauer Spinell, nur halbedel, man kann an ihm den blättrigen Bruch des Oktaeders gut erkennen. Es ist ein mattes Blau. Wurde zuerst bei Akers Eisenwerk in Södermanland gefunden, wo er in Kalkspath eingesprengt vorkommt. Berzelius gab darin 5,5 $\dddot{S}i$ an. Nicht minder schön findet er sich in Sussex-County (New-York) ebenfalls im Kalkspath. Seine oktaedrische Form mit Zwillingen läßt keinen Zweifel über.

c) Schwarzer Spinell ($\dot{M}g$, $\dot{F}e$) $\dddot{A}l$, Ceylanit Wr., Pleonast Hy. Der Gehalt an Eisenoxydul steigt zuweilen auf 20 p.C. Im reflectirten Licht sammtschwarz, Splitter zeigen aber oft einen Stich ins Grün. Das Gewicht steigt auf 3,8 und die Härte nimmt ein wenig ab. Zuerst lernte man mehr als Zollgroße Krystalle mit löcheriger Oberfläche aus dem Sande von Candy auf Ceylon (daher Candit) kennen. Bei uns sind die Fassathaler vom Monzoniberg am bekanntesten, auf Drusenräumen eingesprengt in grünen Augit. Die Oktaeder haben die Flächen a : a : $\frac{1}{3}$a. Es kommen hier Afterkrystalle von einer grauen Meerschaumartigen Masse vor, die 2 Zoll, während die frischen meist nur wenige Linien, Durchmesser erreichen. Hlasiwetz (Kenngott Uebers. Min. Forsch. 1858. 157) hat sie analysirt, aber 31 $\dddot{S}i$, 30 $\dot{C}a$, 17 $\dddot{A}l$, 12 $\dot{M}g$, 6 $\dot{H}$ 2c. gefunden. Das Fassagestein hat außerordentliche Aehnlichkeit mit den mehr glasigen Augitblöcken von der Somma am Vesuv, worin die ganz gleichen schwarzen Oktaeder sitzen. Man darf sie nicht mit den gleichglänzenden Granatoedern des Melanit verwechseln. Klein kommen sie in den glasigen Feldspathblöcken am Laacher See vor. Als Geschiebe auf der Iserwiese im Riesengebirge. Ceylanitoktaeder von Amity in New-York erreichen 3$\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser.

Picotit wurde schon von Charpentier (Journ. des Mines 1812 Nro. 191) im Lherzolit der Pyrenäen ausgezeichnet. Es ist ein Chromceylanit, der sich namentlich auch in den Olivinkugeln unserer Basalte findet, mit 24,6 $\dot{F}e$, 7,9 $\dddot{C}r$ und 4 Gew. (Jahrb. 1866. 388). Der Chrompicotit vom Dunberge in Neuseeland enthält sogar 56,5 $\dddot{C}r$ (Jahrb. 1869. 870).

Chlorospinell G. Rose sind grasgrüne an den Kanten durchscheinende Oktaeder aus dem Talkschiefer mit Magneteisen von Slatoust im Ural. Härte 8, Ṁg (Äl, F̈e), kann bis 14,7 F̈e enthalten, welches die Äl vertritt, unwesentlich ein kleiner Gehalt an Kupferoxyd bis 0,62 Ċu. Grüne Spinelle kommen in Mähren rc. vor.

d) Zinkspinell (Żn, Ḟe, Ṁg) Äl mit 30 Żn, 5,8 Ḟe, 3,8 Ṁg, 55 Äl. Ekeberg entdeckte ihn auf der Eric Matts-Grube bei Falun, wo er in grünen Talkschiefer neben Blende und Bleiglanz eingesprengt ist, und nannte ihn Automolit (*αὐτόμολος* Ueberläufer), weil er zu den oxydischen Erzen führt, Hausmann's Gahnit. Die grünlich schwarzen Oktaeder zeigen einen gut erkennbaren Blätterbruch, sind der Härte nach (7—8) noch vollkommene Spinelle, das Gewicht geht bis auf 4,6. Sein Pulver mit Soda auf Kohle behandelt gibt einen Zinkrauch. In Nordamerika sind zu Haddam, Franklin rc. ähnliche gefunden. Den grünlich schwarzen von Sterling (New-Yersey) mit gelblich braunem Granat und Hornblende im Kalkspath hat Thomson Dysluit (*δυσλύω* schwerlösen) genannt. Er enthält 16,8 Żn nebst Mangan und Eisen, also (Żn, Ḟe, Ṁn) (Äl, F̈e, M̈n). Kobell's Kreittonit von Bodenmais (Żn, Ḟe, Ṁn, Ṁg) (Äl, F̈e) ist grünlich schwarz mit 26,7 Żn. Da wird es wohl nicht möglich, eine feste Grenze zu ziehen.

Zippe's grünlich schwarzer Hercinit von Hoslau ohnweit Ronsberg im Böhmerwald soll Ḟe Äl sein. Blöcke von Trapp in der Dammerde enthalten ihn wie Smirgel eingesprengt, als solcher wird er auch verkauft. Er würde dann zusammengesetzt sein wie Emerit im Smirgel von Chester. Alle diese oktaedrischen Minerale haben Edelsteinhärte, die über Quarz liegt, während das Magneteisen weit darunter bleibt.

Ebelmen hat gezeigt, wie man solche Varietäten künstlich bis ins Endlose vermehren könne (Compt. rend. 1851. XXXII. 330): derselbe setzte Äl und Ṁg mit Borsäure mehrere Tage in Platinkapseln dem Porzellanfeuer aus, und erhielt deutliche Spinelle. Den Zinkspinell Żn Äl konnte er auf diese Weise ganz rein, farblos und durchscheinend darstellen und durch etwas C̈r schön rubinroth machen. „Kein Zweifel über die Möglichkeit, den Rubinspinell für den Handel zu fabriciren." Auf der Industrieausstellung zu Paris 1855 waren sie ausgestellt.

Die Leichtigkeit, mit welcher dieser Edelstein zu einer meerschaumartigen Masse verwittert, fällt auf: Hermann's Völknerit von Slatoust, Shepard's Houghite mit 24 Äl, 44 Ṁg, 26 Ḣ sollen solche Afterkrystalle sein (Silliman Amer. Journ. 12. 361). Nach Genth (Jahrb. 1874. 84) kommen sie in Nordamerika und Ostindien als Afterkrystalle nach Korund vor.

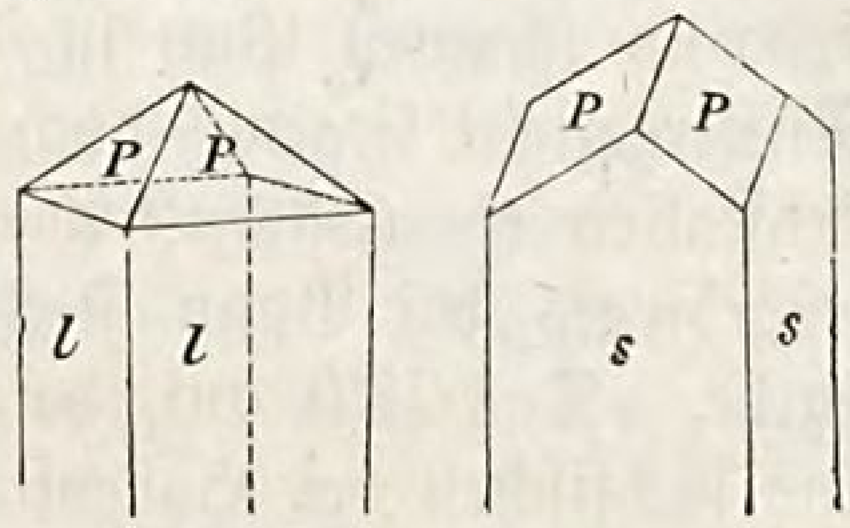
5. Zirkon.

Verstümmelt aus dem französischen Jargon (falscher Edelstein), weil er sich leicht farblos brennt, und dann Diamanten fälschlich untergeschoben

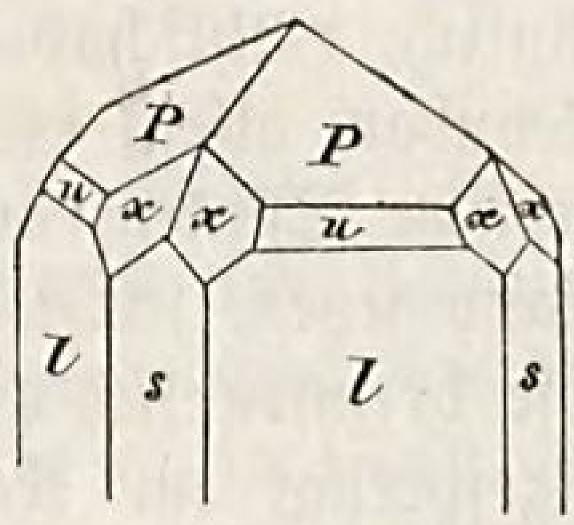
wird. Werner erhob ihn zu seinem Zirkon-Geschlecht, und machte zwei Species Zirkon und Hyacinth daraus. Hyacinthos Plinius hist. nat. 37. 41 war jedoch ein amethystfarbiger Stein. Cappeler Prodr. Crystall. 1723 pag. 29 bildete ihre Formen schon vortrefflich ab.

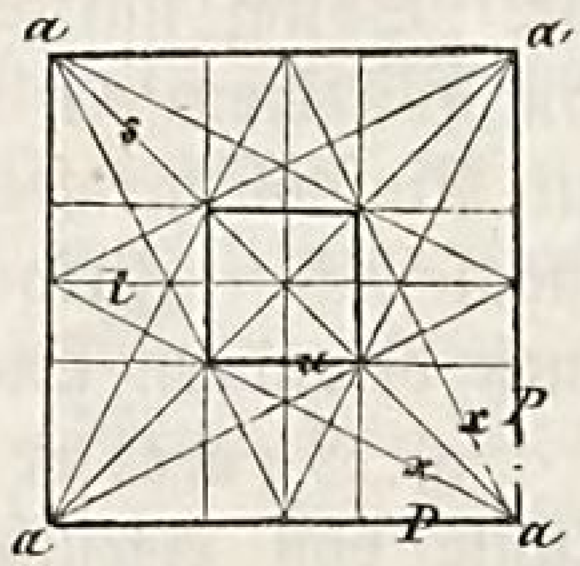
4gliedriges Krystallsystem. Das Quadratoktaeder P = a : a : c hat 123° 19′ Endkanten- und 84° 20′ Seitenkantenwinkel, gibt

$$a = 1{,}561 = \sqrt{2{,}438},\ \lg 0{,}19354.$$



Dauber (Pogg. Ann. 107. 275) fand nach vielen Messungen 123° 20′. Die Zirkonsäule l = a : a : ∞c herrscht besonders bei den gemeinen Varietäten im Urgebirge, die Hyacinthsäule s = a : ∞a : ∞c bei den edlen im Basalt. Diese sind dem Granatoeder ähnlich. Meist kommen beide Säulen an einem Oktaeder vor. Dazu tritt bei den gemeinen vom Ilmengebirge, Friedrichswärn ꝛc. noch das dreifach schärfere Oktaeder u = 3c : a : a, P/u = 153° 15′, selten v = 2c : a : a. Hat man diese durch Messung bestimmt, so läßt sich der Vierkantner x = c : a : $\frac{1}{3}$a leicht deduciren, weil er die Endkante des Oktaeders u zuschärft und zugleich in der Endkante des Hauptoktaeders liegt. Seltener sind die Vierkantner y = a : $\frac{1}{4}$a, z = a : $\frac{1}{5}$a, auch das nächste stumpfere Oktaeder c : a : ∞a wird angegeben, die Geradendfläche c : ∞a : ∞a erwähnt Kokscharow.





Härte 7—8, hohes Gewicht 4,68. Es kommen die verschiedensten trüben Färbungen vor, am gewöhnlichsten braungelb und hyacinthroth, aber im Feuer veränderlich. Die von Expailly und Norwegen phosphoresciren.

$\ddot{Z}r\,\ddot{S}i$ mit 66,4 $\ddot{Z}r$ und 33,6 $\ddot{S}i$ Klaproth entdeckte darin 1789 die Zirkonerde, welche nach dem Mineral benannt wurde. Unschmelzbar, und selbst von wässriger Flußsäure nur wenig angegriffen. Auffallend ist die Leichtigkeit, mit welcher sich manche edle und unedle weiß brennen. Ceylonische Hyacinthen darf man nur aus der Ferne der Löthrohrflamme nahe bringen, so sind sie mit einem Ruck weiß, es sieht fast aus wie ein leichtes Aufglühen, und Henneberg behauptet, ihr Gewicht steige dann von 4,61 auf 4,71. Es gibt eine lösliche α und eine unlösliche β Zirkonsäure, α wird in β durch Erhitzen übergeführt. Das erinnert an Eigenschaften der Kieselsäure pag. 218, und da 2 Vol. Chlorzirkonium-dampf 4 Vol. Chlor enthalten (Zr Cl^2), so will man jetzt $\ddot{Z}r$ schreiben, also Zirkon = $\ddot{Z}r\,\ddot{S}i$. Auch die specifische Wärme spricht dafür (Jahrb. 1874. 309).

Ueber die Verbreitung ließ sich Tamnau (Zeitschrift deutsch. geol. Ges. 1854 VI. 250) des weiteren aus, und nahm mindestens 100 primitive

Lokalitäten an, die sich vorzugsweis auf Ur- und Vulkangebirge vertheilen.

a) Hyacinth, wohl nicht Lynkurion des Theophrast. Orangenfarbig, vom Granat durch stärkern Glanz und höheres Gewicht unterscheidbar. Im Feuer gewinnt er an Glanz, verliert aber auch die Farbe, daher Jargon de Ceylon. Im Flußsande von Ceylon mit Spinell und Rubin, auf der Iserwiese in Böhmen, und besonders in einem Bache bei Expailly ohnweit Puy in der Auvergne, wo sie in einem vulkanischen Muttergestein liegen, doch schließt das Gestein auch Granitbrocken mit Krystallen ein (Gilbert's Ann. 69. 33). Im Basalt von Unkel und des Siebengebirges bei Bonn stecken vereinzelte Hyacinthkrystalle von schönster Farbe. Das fällt auf, da sie sonst im Feuer sich so leicht weiß brennen. Die sächsischen bei Hohenstein kannte schon Agricola (Isis 1870. 12).

b) Trübfarbige Geschiebe von Ceylon: gelblich, grünlich, bläulich, röthlich bis ins schwärzliche. Die gerundeten sind zwar schwer erkennbar, allein es finden sich darunter immer noch deutliche 1ste quadratische Säulen, auch wohl mit oktaedrischer Endigung, die uns in den Stand setzen, selbst das gänzlich Abgerollte glücklich zu sondern. Auch diese brennen sich vollkommen farblos. Besonders schön kommen ähnliche eingesprengt im Kalkspath des Urgebirges von New-York (Hammond) vor. Völlig klar und farblos sind die sogenannten weißen Hyacinthen vom Wildkreuzjoch im Pfitschthal, wo sie auf Allochroit im Chloritschiefer mit Ripidolithkrystallen sitzen. Die spektroskopischen Untersuchungen der cingalesischen Zirkone zeigen eigenthümliche schmale Linien, welche auf einen besondern Stoff schließen lassen.

c) Gemeiner Zirkon mit gelblich brauner Farbe, die zweite Säule von eigenthümlicher Rauhigkeit. Gew. 4,53. Eingesprengt in den Syenit von Friedrichswärn, und im Eläolithgestein von Laurwig und des Ilmensees bei Miask, die um und um gebildeten Krystalle können 17 Centimeter lang und $8\frac{1}{2}$ Pfund schwer werden. Im Ural sehr verbreitet, daher auch in vielen dortigen Goldsaifen, zwar meist nur mikroskopisch, aber wegen ihres großen Glanzes doch leicht erkennbar. Ein höchst bemerkenswerthes Vorkommen bilden die blaßbläulichen Oktaeder im glasigen Feldspathgestein mit Nephelin von der Somma und dem Laachersee. Letztere sollen am Tageslicht bleichen (Jahrb. 1845. 143). Daubrée fand kleine Krystalle im Sande der Mosel bei Metz, und im Granitgrus der Vogesen (Jahrb. 1852. 863 u. 1856. 344). Im Schriftgranit vom Berge Zbiar bei Böhmisch Eisenberg liegen schwarze Krystalle mit 110 und 111. Nelkenbraun zu Rossie bei New-York mit Kalkspath und geflossenem Quarz. Rothe Kryställchen im Eklogit des Fichtelgebirges.

Oerstedtit Forchhammer (Pogg. Ann. 35. 630) auf Augit mit Titanit von Arendal scheint ein in Zerstörung begriffener gemeiner Zirkon, da Form, Glanz und gelbbraune Farbe ganz mit Zirkon stimmen, nur gibt er 5,5 $\dot{H}$ und hält neben 2 $\dot{M}g$, 2,6 $\dot{C}a$, 69 mit Titansäure gemischte Zirkonerde. Daher auch nur 3,6 Gewicht, und knapp Feldspathhärte. Scheerer's

Malakon (μαλακός weich, Pogg. Ann. 62. 136) aus Granitgängen von Hitteröe mit Gadolinit bildet sehr scharfe Krystalle 100 mit 111, hat aber 3 Ḣ, daher Gew. 3,9, Härte 6. Nach dem Glühen steigt das Gewicht auf 4,2. Innen die Farbe milchblau. Ohne Zweifel Verwitterungsproducte, obgleich Hr. Descloizeaux im Schriftgranit von Chanteloube (Ht. Vienne) kleine Krystalle mit 124° 40′ fand. Auch der Auerbachit $\ddot{Z}r^2\,\dddot{S}i^3$ von Mariupol 122° 43′ scheint dem ächten Zirkon außerordentlich nahe zu stehen, wie der Ostranit von Brevig.

Zirkonerde kommt außerdem gern in Begleitung von Titansäure vor: Aeschinit 17,5, Wöhlerit 17,6, Eudialyt 17, Polymignyt 14, Samarskit 4 $\ddot{Z}r$, Polykras, Tantalit von Chanteloube. Svanberg (Pogg. Ann. 65. 317) glaubt, daß $\ddot{Z}r$ aus mehreren Erden bestehe, eine davon nennt er Norerde (Nore der alte Name für Norwegen).

6. Topas.

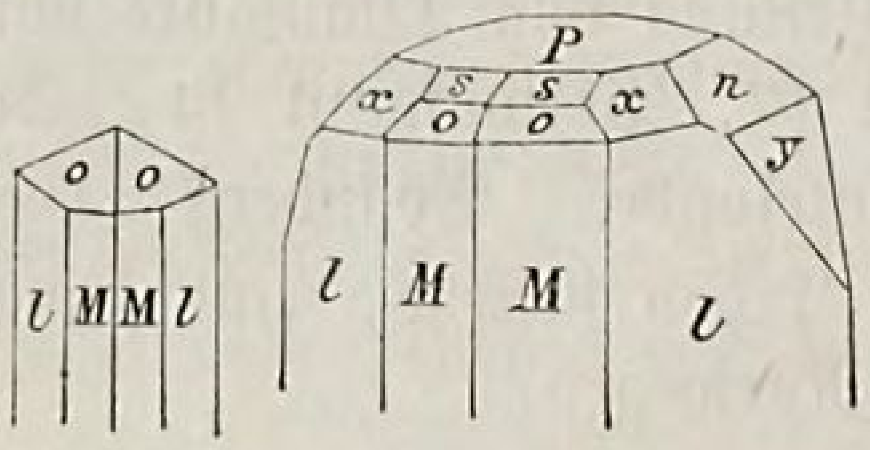
Der Name stammt aus dem Alterthum, Agatharchides 150 ant. Chr. (Periplus Rubri maris) nennt im Rothen Meere eine Schlangeninsel (ὀφιώδη), da suche man Nachts auf Befehl des Königs den leuchtenden τοπάζιον; durchsichtig dem Glase ähnlich habe er in Gold gefaßt ein gar liebliches Ansehen. Plinius hist. nat. 37, 32 versteht darunter einen grünen Stein, der auf jener von Nebel eingehüllten Insel Topazos im Rothen Meere gefunden werde, und davon seinen Namen habe; topazin heiße in der Troglodyten-Sprache suchen. Man hat nun gemeint, dieser Edelstein (suo virenti genere, cum reperta est, praelatae omnibus) sei unser Chrysolith gewesen, dagegen Chrysolithus des Plinius (hist. nat. 37. 42 aureo fulgore translucentes . . . . in collatione aurum albicare quadam argenti facie cogunt) unser heutiger Topas, Klaproth Beitr. IV. 160. Indeß schon Agricola nat. foss. 623 sagt, auri autem fulgor topazion a callaide pallidius virente separat. Dionysius Periegetes (Vers 1121) heißt ihn bläulich und klar. Topazi hilft den âfteradern, die zuo der mistporten niden gênt, Megenberg 464.

Zweigliedriges Krystallsystem von ausgezeichneter Entwickelung. Rhombische Säule M = a : b : ∞c 124° 20′ (124. 17 Kokſch. 124. 15. 30 Groth) durch Längsstreifung oft sehr entstellt. Der Geradendfläche P = c : ∞a : ∞b entspricht ein Blätterbruch noch deutlicher als beim Kalkspath, derselbe verräth sich gewöhnlich durch Quersprünge in der Säule, und wenn er wie gewöhnlich als Krystallfläche auftritt, so zeigt er eine auffallende Rauhigkeit. Noch ausgedehnter als M/M ist häufig die Zuschärfungsfläche ihrer scharfen Kante l = a : ½b : ∞c mit 86° 52′ vorn. Wegen dieser Winkel nannte Weiß passend jene M/M Hornblendsäule, diese l/l Augitsäule. Da die Gipfel von den Krystallen wegen des Blätterbruchs gern wegspalten, so trifft man in Brasilien, Mukla in Kleinasien ꝛc. gar gewöhnlich diese einfachen Formen. Bei den Schneckensteinern und Nertschinsk'schen herrscht am Ende ein etwas

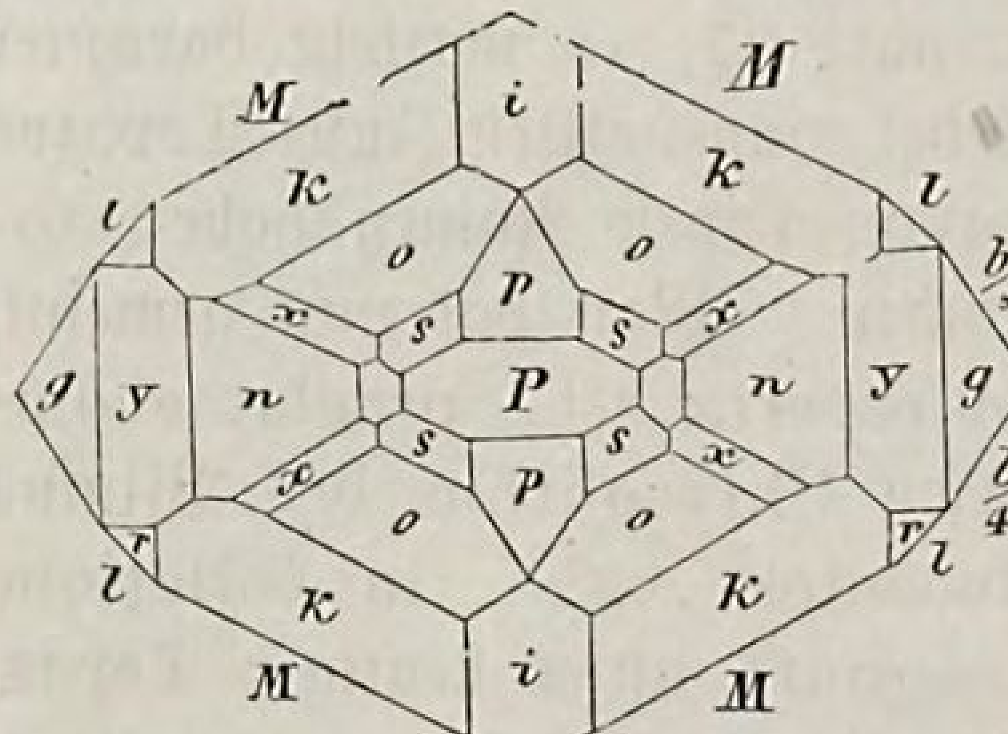
blättriges Paar auf die scharfe Kante aufgesetzt n = b : c : ∞a 92° 45′ in der Kante über c. Legt man das Oblongoktaeder M n der Axenrechnung zu Grunde, so kommt

$$a : b = 0{,}5539 : 1{,}0492 = \sqrt{0{,}3069} : \sqrt{1{,}1008},$$
$$lga = 9{,}74347,\ lgb = 0{,}02085.$$

Kokscharow $a : b : c = 1 : 1{,}89199 : 1{,}80487 = 0{,}554 : 1{,}048;$
Groth $a : b : c = 0{,}5288 : 1 : 0{,}9533 = 0{,}5547 : 1{,}049.$
Material. Miner. Rußl. II. 198 und Ztschr. d. geol. Ges. 1870. 395.



Unter n findet sich meist noch das Paar y = ½b : c : ∞a. Wenn man von diesen Axen ausgeht, so bekommt freilich von den zwei die Kante P/M abstumpfenden Oktaedern das untere gewöhnliche, bei den Säulen von Brasilien, Mukla ꝛc. sogar oft blos die einzige Endigung bildend, den Ausdruck o = c : 2b : 2a, doch schließen sich daran das obere Oktaeder s = c : 3b : 3a, und das untere k = c : b : a gut an, obgleich dieses **Hauptoktaeder** nur selten beobachtet wird, ausgezeichnet am Ilmensee. Jene Mohsische Grundform o hat in der vordern Endkante 141° 7′, in der seitlichen Endkante 101° 52′, in der Seitenkante 90° 55′. Bei den Sächsischen ist x = c : 3a : ⅗b häufig, sie stumpft die Kanten zwischen n/o und P/l ab. Da a ungefähr = ½b ist, so folgt daraus, daß die Winkel M/M (124.16) = y/y (124.39) und l/l (86.40) = n/n (87.3) ebenfalls sehr nahe treten. Oder was dasselbe, da b fast = c, so muß sich für die Hauptaxe a eine Annäherung an das Viergliedrige ergeben. Nehmen wir dazu,



was Kokscharow an Russischen Krystallen bekannt machte, so haben wir folgende Uebersicht: Hexaid P 001, b 010, die dritte 100, welche die stumpfe Säulenkante M/M abstumpft, kommt bei Altenberg vor. Oktaid k 111; Dodekaid M 110, n 011, i 101; Leucitoide r 121, o 112; s 113, f 114; Pyramidenhexaide l 120, y 021, β 012; u 130, p 103; z 230, e 023, δ 032; ν 140, g 041; γ 087; μ 122; x 123; t 135; π 136; q 143, 124, 241 (Hankel). Dazu kommen nach Groth bei Altenberg 150, 470, zu Schlaggenwalde 201, 104, 205. Die Krystalle sind gewöhnlich mit dem einen Ende aufgewachsen, daher gehören um und um gebildete zu den Seltenheiten. Hauy glaubte daran einen Hemimorphismus, wie beim Turmalin, wahrzunehmen. Doch finden sie sich zu Adontschilon an beiden Enden gleich krystallisirt. Zwillinge unbekannt.

Topashärte 8, Gewicht 3,5 (3,56 Ruß., 3,52 Bras.), man sagt genau das des Diamantes, deßhalb sind auch die klaren damit verwechselt worden, allein ihr Glanz entschieden geringer. Farben der transbaikalischen sehr vergänglich.

Reibungselektricität ist „besonders bei einigen sächsischen Topasen so beträchtlich, daß die geringste Reibung mit dem Finger schon hinreicht, eine kleine kupferne Nadel merklich anzuziehen.“ Thermoelektrisch und terminalpolar nach Hauptaxe c sind die Russischen (Hankel Pogg. Ann. 61. 289), centralpolar nach Seitenaxe a die Brasilianischen: und zwar liegen die antilogen Pole am Ende von a in dem stumpfen Kantenwinkel der Säule, die analogen in der Mitte des Blätterbruchs pag. 164.

Doppelte Strahlenbrechung erkannte schon Hauy: er benutzte die Fläche n = b : c : ∞a und schliff die gegenüberliegende scharfe Säulenkante durch b : ∞a : ∞c ab, dadurch bekam er ein Prisma mit dem ungefähren Brechungswinkel von 46°, das eine Nadel bei einigen Zoll Entfernung verdoppelte. Die Ebene der optischen Axen liegt in a c, Axe c bildet die + optische Mittellinie. Man darf sie nur nach dem Blätterbruch P spalten, um sofort Lemniscaten im Polarisationsmikroskop zu bekommen. Bei brasilianischen Geschieben kann man auch mit der Turmalinzange Ringsysteme erkennen. Der Axenwinkel variabel. Elasticitätsaxen a : b : c = 1,00922 : 1,01186 : 1 (Rudberg Pogg. Ann. 17. 1).

Vor dem Löthrohr unschmelzbar, nur in strengem Feuer sich mit kleinen Blasen überziehend, dabei milchfarbig und brüchig werdend „mit einem beträchtlichen, bei edlen Steinen ganz ungewöhnlichen, Gewichtsverluste“, welcher vom Fluorgehalte herrührt und die Analyse erschwert. Nach Forchhammer $5\,\ddot{A}l\,\ddot{S}i + 2\,Al\,Fl^3$; gibt, wenn man das Aluminium als Thonerde in Rechnung bringt, 55 $\ddot{A}l$, 35,5 $\ddot{S}i$, 17 Fl (Summa 107,5). Rammelsberg schrieb die Formel $6\,\ddot{A}l^3\,\ddot{S}i^2 + (3\,Al\,Fl^3 + 2\,Si\,Fl^3)$, worin im 2ten Theile der Formel der Sauerstoff von Aluminium und Silicium blos durch Fluor vertreten ist. Nach den neuern Ansichten vereinfacht sich das zu $5\,\ddot{A}l\,\ddot{S}i + Al\,Si\,Fl^5$. Klaproth (Beitr. IV. 163) wies darin zuerst auf die Flußsäure hin.

Mit dem Topas beginnen wegen der Häufigkeit seines Vorkommens die Edelsteine mittlerer Sorte. Man kennt klare Krystalle von vielen Pfund schwer. Im krystallinischen Urgebirge, auf Erzgängen und in vulkanischen Gesteinen wird er gefunden, und ist von hier auch in das Schuttland gerathen. Nach Farbe und Klarheit macht man etwa folgende Unterabtheilungen:

1) Farblose, Pingos d'agoa (Wassertropfen), von einer Klarheit und Politurfähigkeit, wie sie der Bergkrystall nicht erreicht, finden sich als Geschiebe im mittlern Gebiet des Rio Belmonte (Minas novas), und man weiß nicht wo sie anstehen. Sie haben häufig einen Stich ins Grün. Uebrigens muß man sie vorsichtig von ähnlichen Quarzgeschieben unterscheiden, der Blätterbruch leitet dabei öfter unmittelbar. Es gibt nichts Klareres als solche Wassertropfen, sie werden daher auch zu Brillengläsern zerspalten und geschliffen. Der öfter genannte Diamant im Schatze des Königs von Portugal von Hühnereigröße (1680 Karat), auf 224 Mill. Pfund Sterling geschätzt (R. de l'Isle Essai Crist. pag. 211), soll

nichts weiter als ein solches Topasgeschiebe sein. Auch im Goldsande von Neuholland kommen bläuliche, grünliche und gelbliche vor. Untersucht man Splitter von letztern, so zeigen sie bei starker Vergößerung vielerlei Höhlen, aus welchen Flüssigkeiten (Kohlensäure pag. 212) über die Ebene der Bruchflächen fließen (Brewster Pogg. Ann. 7. 493). Ja im Wasser sind sie an den rauhen Geschieben schon mit der Lupe erkennbar. Die kleinen wasserhellen Topase von Miask im Ilmengebirge „übertreffen durch ihren Flächenreichthum alle andern bekannten.“ Sie stecken im Granit mit Amazonenstein. Aehnliche auf den Beryllen von Nertschinsk um und um krystallisirt.

2. Sibirische Topase von grünlicher Farbe (Aquamarin) und großer Klarheit. Je grüner, desto deutlicher wirken sie auf das Dichroskop. Sie werden in der Umgebung des Dorfes Mursinsk (Alabaschka 13 Meil. nördlich Katharinenburg) im Granit gebrochen und in Katharinenburg verschliffen. Auch die Geschiebe bei den Goldwäschen von Miask werden zu dem Behufe gesammelt. Die Pracht und Größe ist unübertroffen. Im Gebirge Adontschilon 15 Meilen südlich Nertschinsk scheint die Mannigfaltigkeit am größten zu sein. Dort stammen die schönen Drusen mit Rauchtopas durchwoben her, deren schmutziggrünes Dach n/n am Ende vorherrscht. Den schwersten von $31\frac{1}{2}$ ℔ bewahrt die Sammlung des Bergcorps zu Petersburg. Besonders prachtvoll sollen die klaren wein- bis honiggelben von dort sein. In den Bergen des Flusses Urulga (Transbaikalien) wurde ein solcher von reichlich 10″ Länge, 6″ Breite und $25\frac{1}{2}$ ℔ Schwere gefunden, und vom Kaiser der Sammlung übergeben. Der obere Theil ist vollkommen durchsichtig (Kokscharow Mater. II. 222, III. 378), aber leider entfärben sie sich schon nach wenigen Monaten am Sonnenlicht (IV. 34).

3. Brasilianischer Topas, braungelbe Säulen von verschiedener Klarheit, vorsichtig in Asche geglüht werden sie blaß lilafarbig und roth (Brasilianische Rubine, de l'Isle Essai 216), das färbende Eisenoxydhydrat könnte sich dabei in Eisenoxyd verwandeln, doch ist Brewster (Gilbert's Ann. 65. 14) gegen diese Erklärungsweise, und Delesse (Compt. rend. 1860. 51. 286) hält es sogar für Bitumen. Sie sind wegen ihres angenehmen Lichtes sehr geschätzt. Für das Dichroskop von hohem Interesse pag. 142. Sie liegen in Steinmarkschnüren der Meiereien von Capão do Lana und Boa Vista bei Villa Ricca, wo jährlich an 18 Ctr. bergmännisch gewonnen und in Rio Janeiro und Bahia verschliffen werden.

4. Sächsischer Topas, blaß weingelb, aber sehr politurfähig. In einem Walde auf dem Voigtlande bei Auerbach erhebt sich eine 80′ hohe Gneisnadel, der Schneckenstein, worin Bauern (Henkel Acta physico-medica 1737. IV. pag. 316) den „Schneckentopas“ längst kannten (Keyßler Neueste Reise pag. 1312). Das Gestein ist ganz von Topasmasse durchdrungen, und Krystalle von wenigen Linien Größe liegen in Menge herum. Doch haben sich auch einzelne Individuen von 4″ Länge und 2″ Breite darunter gefunden. Im grünen Gewölbe von Dresden zeigt

man davon die prachtvollsten Garnituren. Schon in gelindem Feuer brennen sie sich weiß, in starkem verlieren sie Glanz und Durchsichtigkeit, und mehrmals in kaltem Wasser abgelöscht werden sie ganz mürbe. Werner nannte die flasrige Gebirgsart von körnigem Quarz und wenig schwarzem Turmalin durchzogen Topasfelsen, Breithaupt (Leonh. Jahrb. 1854. 787) zählt sie zur Zinnerzformation, Zinnstein kommt darin wenn auch selten vor. Wie schon Plinius von seinem Chrysolith sagt: funda includuntur perspicuae (à jour gefaßt), ceteris subjicitur aurichalcum, so legt man noch heute sächsischen Topasen eine Goldfolie unter. In Indien kommen saffrangelbe vor, besonders schön zu Mukla in Kleinasien.

5. Bemerkenswerth aber zum Schliff meist unbrauchbar sind die Drusen auf Zinnsteinstöcken des Erzgebirges (Zinnwalde, Schlaggenwalde, Altenberg) und Cornwallis, im Lithionglimmer von Roschna, mit Zinnstein sogar in Auswürflingen des Vesuvs. Sie haben meist schmutzigweiße Farbe. Nordamerika, Schottland, das irländische Mourne-Gebirge, als Geschiebe in den Australischen Zinnsaifen 2c.

6. Gemeiner Topas. Verliert Klarheit und Schönheit der Farbe, aber der Blätterbruch bleibt immer noch deutlich, und derbe Massen gewinnen dann nicht selten ein Feldspathartiges Ansehen: am bekanntesten die graulich weißen mit Andeutungen von rohen Krystallflächen, welche Gahn im Ganggranit des Gneises von Finbo und auf dem mit erratischen Blöcken bedeckten Felde Broddbo bei Falun entdeckte. Es sind daselbst Stücke 27 ℔ schwer gefunden. Die feinsten Splitter bedecken sich bei sehr starkem Feuer mit kleinen Blasen, welche zerplatzen, daher Pyrophysalith genannt. Daubrée (Compt. rend. 1851 XXXII. 625) glückte es, künstliche Topase darzustellen.

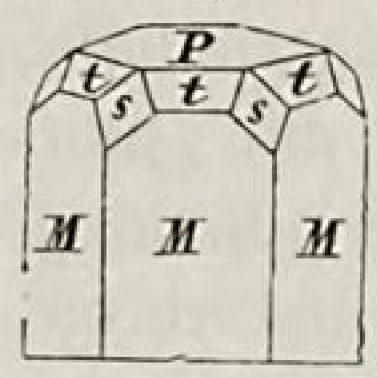
Pyknit Hauy (πυκνός dicht) wurde lange mit Beryll verwechselt (schörlartiger Beryll Wrn.). Er kommt in derben strahligen Massen mit grauen Lithionglimmern gemengt auf Zinnsteinstöcken besonders zu Altenberg auf dem Erzgebirge vor. Derselbe ist grünlich gelb und stellenweis von Eisenoxyd roth geflammt. Den Blätterbruch senkrecht gegen die strahligen Säulen kann man zwar darstellen, allein er ist durch schiefe Quersprünge unkenntlich gemacht, und die spröde Masse läßt sich auf Härte nicht sicher prüfen. Zeigt fast genau die Zusammensetzung des Topases, nur gibt er vor dem Löthrohr leichter Blasen, 18,5 Fl. Ohne Zweifel ein in Zersetzung begriffener Topas.

7. Beryll.

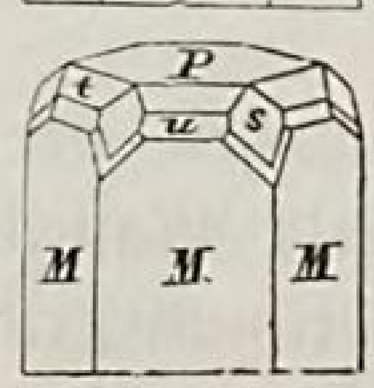
Beryllus Plinius hist. nat. 37. 20 poliuntur omnes sexangula figura artificum ingenio, quidam et angulosos putant statim nasci (einige glauben, sie entständen schon eckig). Probatissimi ex iis sunt qui viriditatem maris puri imitantur. Daher nennen ihn die Steinschleifer noch heute vorzugsweise Aquamarin. *Βηρύλλιον* Diodorus Si-

culus. „Wurde von den Römern zu Augengläsern verschliffen, daher Brille!" (Buch der Erfindungen pag. 128).

Sechsgliedriges Krystallsystem mit vollkommener Vollzähligkeit der Flächen, wie es zuweilen vorkommt. Die erste sechsseitige Säule M = a : a : ∞a : ∞c herrscht immer vor, mit starken Längsstreifen. Die zweite Säule n = a : ½a : a : ∞c stumpft öfter die Kanten der ersten bei den smaragdgrünen ab. Dagegen eine 6 + 6kantige Säule i = a : ⅓a : ½a : ∞a nur selten bei sibirischen beobachtet. Durch die Fülle dieser Flächen werden sie förmlich cylindrisch, cylindri modo teretes sunt Berylli Gesner de fig. lap. 16. Dagegen fehlt es meist an Endflächen. Der Geradendfläche P = c : ∞a : ∞a : ∞a entspricht ein schwacher, aber doch gut erkennbarer Blätterbruch. Wenn außerdem Endflächen vorkommen, so ist es das Dihexaeder t = a : a : ∞a : c mit den Rhombenflächen s = a : ½a : a : c, die freilich auch nicht immer vollzählig auftreten. Da das Dihexaeder t 151° 5' Endkanten und 59° 53' Seitenkanten hat, so ist



$$a = 2{,}0057 = \sqrt{4{,}0139},\ \lg a\ 0{,}30205.$$



Ein zweites Dihexaeder u = a : a : ∞a : $\frac{3}{2}$c liegt unter t in der Diagonalzone von s. Selten aber vollständig der 6kantner x = a : ⅓a : ½a : c, welcher die Kanten M/s an jedem Ende 12mal abstumpft. In dieser Kantenzone liegen ferner: ν = a : ⅛a : $\frac{1}{7}$a : c, ω = a : $\frac{1}{12}$a : $\frac{1}{11}$a : c; y = a : $\frac{1}{14}$a : $\frac{1}{13}$a : c; über s die o = a : ½a : a : ½c. Dihexaeder a : a : ∞a : 2c, a : a : ∞a : $\frac{2}{15}$c; Sechskantner k = a : ⅓a : ½a : 2c, z = a : ⅓a : ½a : ⅔c. Nertschinsk und Ural lieferten die flächenreichsten Krystalle. Kokscharow VI. 94 beschreibt einen 2 Fuß langen und 9½ Zoll dicken aus der Sammlung des Herzogs von Leuchtenberg von spargelgrüner Farbe und vollkommener Durchsichtigkeit, woran außer PMtsi die Dihexaeder a : a : $\frac{15}{2}$c, a : a : $\frac{39}{2}$c; und Sechskantner a : ⅛a : $\frac{1}{7}$a : c und a : $\frac{1}{20}$a : $\frac{1}{19}$a : c groß ausgebildet vorkommen. An beiden Enden auskrystallisirte gehören zu den größten Seltenheiten, und wenn wir sie finden, so zeigen sie wie Turmalin Neigung zur Hemiedrie (Koksch. I. 157).

Seine Härte streift schon an die Quarzhärte 7—8, sie lassen sich sogar noch leichter als Bergkrystall durchschneiden, Gewicht 2,7, Glasglanz, und ob er gleich noch gemeiner als Topas ist, so nimmt er doch klare Färbungen an, die öfter auf das Dichroskop gut wirken. Schwach thermoelektrisch. Das optische schwarze Kreuz öffnet sich etwas beim Drehen. Es soll nach Pfaff (Pogg. Ann. 124. 448) von Streifen herrühren, die ins Innere dringen.

Vor dem Löthrohr schmilzt er schon wenn auch schwierig zu trübem Glase. Vauquelin entdeckte 1797 darin die Beryllerde, welche er nach den süßen Salzen Glucine nannte. Nach vielem Schwanken gibt man ihm jetzt die Formel

$$\dot{B}e^3\,\dddot{\bar{A}}l\,\dddot{S}i^6 = \dddot{\bar{B}}e\,\dddot{S}i^2 + \dddot{\bar{A}}l\,\dddot{S}i^2 = (\dddot{\bar{B}}e, \dddot{\bar{A}}l)\,\dddot{S}i^2,$$

da beide Basen mit einander isomorph sind. Etwa 13,4 $\dddot{\bar{B}}e$, 16,8 $\dddot{\bar{A}}l$,

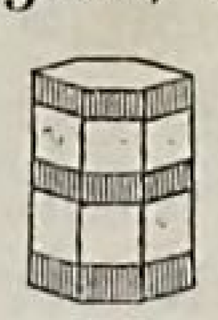
69,7 $\ddot{S}i$. Die Elbaer enthalten nach Bechi (Bolletino Com. geol. d'Italia 1870. 82) 0,88 Cäsium und nur 3,3 $\ddot{B}e$, manchen fehlt sogar die Beryllerde ganz, und bestehen aus $\ddot{A}l\,\ddot{S}i^3$. Das würde sehr dafür sprechen, nicht $\dot{B}e$ sondern wie früher $\ddot{B}e$ zu schreiben. Beryllerde trennt sich nach Chr. Gmelin aus ihrer verdünnten Auflösung in Kali durchs Kochen von Thonerde. Häufiger Begleiter des Topases, aber auch sonst reichlich im krystallinischen Urgebirge.

1. **Smaragd**, *σμάραγδος* Herodot, Theophrast, Plinius. Zamarrut der Araber. Emeraude, Emerald. Verdankt seine smaragdgrüne Farbe einem Chromgehalt, der bis auf 3,5 $\ddot{C}r$ steigen kann, und schon 1 Theil Chromoxyd vermag mehr als 500 Theile Silicatgestein tief grün zu färben. Mit Flußspath zusammen geschmolzen eine Türkisgrüne Perle. Daß die Alten den wirklichen Smaragd kannten, beweisen die in den Ruinen Roms gefundenen Zierrathen, auch kommen sie als Schmuck Aegyptischer Mumien vor, und Plinius sagt eruuntur circa Copton oppidum Thebaidis collibus excavatis, wo Caillaud im Gebirge Zabarah südlich Cosseir sogar die alten Gruben wieder gefunden haben wollte. Doch scheint sich die Sache nicht ganz zu bestätigen (Beilage Allg. Zeitung 1844, Nro. 347). Dagegen hat Allen auf einer Insel im Rothen Meere Werkzeuge aus Sesostris Zeiten (1650 a. Ch.) gefunden (Kenngott Uebers. Mineral. Forsch. 1853. 168). Im Alterthum stand er nach Plinius hist. nat. 37. 16 im höchsten Ansehen: tertia auctoritas (1 Diamant, 2 Perlen) zmaragdis perhibetur pluribus de causis, quippe nullius coloris adspectus jucundior est ... nihil omnino viridius comparatum illis viret. Praeterea soli gemmarum contuitu implent oculos nec satiant . . . non sole mutati, non umbra non lucernis . . . Nero princeps gladiatorum pugnas spectabat in zmaragdo. Nun werden aber eine Reihe grüner Steine angeführt, die offenbar nicht Smaragde waren, darunter auch die schon von Theophrast genannten Obelisken in einem Aegyptischen Tempel, welche aus 4 Smaragden von 40 Ellen Länge und 2—4 Ellen Breite bestanden! Nach Herodot 3,41 war der Ring des Polykrates pag. 245 ein Smaragd. Auch der $28\frac{3}{4}$ ℔ schwere Smaragd im Kloster Reichenau oberhalb Chur am Rhein ist Glas.

Im Mittelalter findet man ihn schon in alten Kirchenschätzen des 8ten Jahrhunderts, in der Tiara des Papstes eine Säule von 1 Zoll Länge und $\frac{5}{4}$ Zoll Dicke, die bereits zur Zeit Papst Julius des zweiten sich zu Rom befand. Erst durch die Entdeckung von Peru wurden sie häufiger, daher gewöhnlich Peruanischer Smaragd genannt. Cortez brachte 5 Stück mit, die auf 100,000 Kronen geschätzt wurden. Die Incas verehrten einen in der Größe eines Straußenei's, aber die Spanier bekamen ihn nicht, auch konnten die ergiebigsten Fundorte im Mantathale bei Porto Viego nicht wieder aufgefunden werden. Die Hauptgruben finden sich heutiges Tages im Tunka-Thal (Quindiu- oder Neugranadakette zwischen Cauca und Magdalena ohnweit Carthago), wo er im Kalkspath bricht, der Gänge im Thonschiefer bildet. Die Flußnamen

Esmeraldas weisen wohl meist auf solche Erfunde hin. Eine Handgroße Druse mit noch nicht Fingerdicken Krystallen bedeckt wurde 1818 für 22,000 Rubel in Petersburg ausgeboten. Säulen von 22 Linien Länge und 20 Linien Dicke gehören schon zu den bedeutendsten. Daher war die Freude groß, als ein Köhler 1830 im Walddistrikt 12 Meilen nordöstlich Katharinenburg beim Ausgraben von Baumwurzeln im Glimmerschiefer an der Takowaja Smaragde entdeckte, die in Begleitung von Beryll, Chrysoberyll und Phenakit bei tiefern Schürfen im schönsten Grün hervorkamen. Nun schienen die Worte des Plinius hist. nat. 37, 17 wahr: nobilissimi Scythici . . . nullis major austeritas, nec minus vitii. Quantum zmaragdi a gemmis distant, tantum Scythicus a ceteris zmaragdis. In der Sammlung des Kaiserl. Bergcorps findet sich ein Krystall von 8 Zoll Länge und 5 Zoll Dicke! Kokscharow gibt sie auf 40 Centimeter Länge und 25 Dicke an. Lewy (Compt. rend. 1857. 45. 877) leitet die Farbe gewisser Peruanischen vom Bitumen her, wie die des dortigen grünen Gypses! Auffallender Weise liegen sie bei Muso in einem Ammoniten führenden Kalke der Neocomien-Formation (Jahrb. 1862. 354). Es stimmt das Uralische Vorkommen mit jenem an der Sedl-Alpe im Habachthale des obern Pinzgau (Salzburg), wo sie 7000′ über dem Meer am „Smaragd-Palfen" mit Lebensgefahr herabgeholt werden. Man hat ihr Lager bergmännisch verfolgt (Jahrb. 1864. 233), und Farben gefunden, die auf der Londoner Ausstellung sich Anerkennung erwarben. Ville (Bullet. geol. Franc. 1855. XIII. 30) entdeckte Smaragdlager im Kalkstein des Harrachthals zu Algier.

Das Dichroskop zerlegt die Farbe deutlich in Smaragd- und Meergrün, wodurch man sie leicht von gefärbten Gläsern unterscheidet. Auch



ist die Farbe in den Säulen oftmals schichtenförmig parallel der Geradendfläche so vertheilt, daß verschiedene Schichten weit schöner gefärbt sind, als die übrigen Stücke, und die Farben gränzen in scharfer Ebene ab. Der Werth hängt wesentlich mit von der Reinheit der Krystalle ab. Namentlich leiden sie sehr an Trübe und Sprüngen.

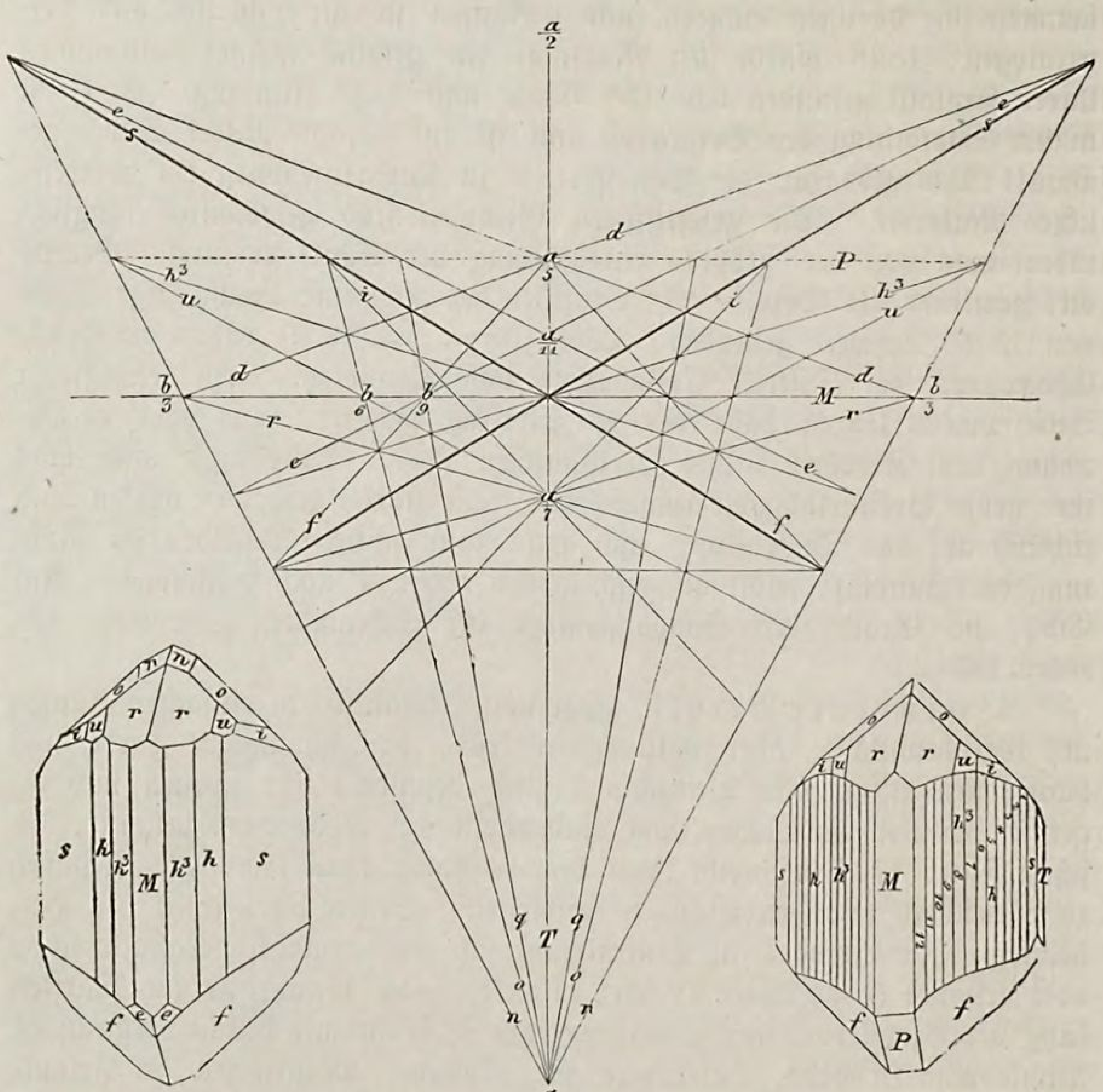
2. Edler Beryll, hauptsächlich von Meergrüner Farbe, aqua marina Gesner de fig. lap. 57, der im Seewasser nicht unterschieden werden kann, verläuft einerseits stark ins Blau, andererseits stark ins Gelb. Pallas machte besonders auf die prachtvollen Krystallsäulen des Gebirges Adontschilon aufmerksam, von woher ihn vielleicht schon die Alten über Bactrien holten. Seit 1723 werden sie im dortigen Granit geschürft, sind mit Eisenocker überzogen und vom Topas, schwarzen Bergkrystall, Arsenikkies, Wolfram 2c. begleitet. Die himmelblauen vom Altai zeichnen sich durch Größe (1 Meter lang) aber nicht durch Schönheit aus. Am Ural von gelber und Meergrüner Farbe sitzen die schönsten in Drusenräumen des Schriftgranits von Mursinsk neben Schörl und Topas; bei Schaitansk werden die kurzen Säulen rosenroth bis farblos, und neben den Topasen der Miasker Hütte liegen wieder große aber

minder klare. Diese haben scharfe Dihexaeder 2a : a : 2a : mc, die Hr. Kokscharow jedoch nicht genau bestimmen konnte. Solche „Bunten Steine" sammeln die dortigen Bauern, und verkaufen sie an Schleifer und Mineralogen: 1828 wurde bei Mursinsk ein gelblich grüner vollkommen klarer Krystall gefunden von 10" Länge und 11½" Umfang. Er liegt in der Sammlung des Bergcorps und ist auf 42,830 Rubel Silber geschätzt! Das gibt für die Schleifereien zu Katharinenburg ein vortreffliches Material. Die geschliffenen Gemmen sind gewöhnlich länglich, indem man von der größern Ausdehnung der Säule profitirt. Bereits viel gemeiner als Topas. In Brasilien hat man eine durchsichtige Säule von 15 ℔ Schwere gefunden. Lévy (Descr. min. II. 87) rühmt die Grube Cangayum, im Distrikt Coimbatoor von Ostindien. Ein geschliffener Stein von 6 Unzen habe 500 ℔ Sterling gekostet, lasse aber in Beziehung auf Klarheit nichts zu wünschen über. Allerdings muß man ihre große Politurfähigkeit bewundern. Die stärker gefärbten wirken auch sichtlich auf das Dichroskop, und man kann mittelst desselben die Richtung der Hauptaxe selbst an geschliffenen Steinen noch bestimmen. Auf Elba, im Granit des Schwarzwaldes bei Schramberg (Jahreshefte Nat. Württ. 1856. 63).

3. Gemeiner Beryll, zwar noch krystallisirt in einfachen Säulen mit Geradendfläche, aber vollkommen trüb, von schmutziger Farbe und häufig sehr rissig. In Deutschland sind besonders die grauen und ölgrünen Säulen im Quarz vom Rabenstein bei Bodenmais bekannt, die schon Flurl 1792 beschreibt (Petzl Denkschr. Münch. Akad. 1809. 115). Aehnlich zu Rosenbach (Langenbielau) in Schlesien. Selten im Granit von Heidelberg. Zu Limoges in Centralfrankreich sind armdicke Krystalle schon von Lelièvre (Hauy Miner. IV. 511) entdeckt; man benutzt sie zur Darstellung der Beryllerde, ihre Streifung läßt sie leicht mit Pyknit verwechseln. Blöcke von Broddbo, Sätersberg bei Modum, Mournegeb. in Irland. Zu Ponferada in Gallicien sollen sie so kolossal sein, daß man die Krystalle wie Basaltsäulen zu Thürpfosten benutze, ja in den Granitadern von Grafton (N. Hampshire) finden sich Säulen mit Dihexaederenden von 6' Länge, reichlich 1' Dicke und gegen 3000 ℔ Schwere! Die gemeinen werden durch Verwitterung zu Rosenbach talkartig weich.

Euklas Hauy εὐκλάω leichtbrechen, weil er wegen seines ausgezeichneten Blätterbruchs leicht zerspringt. Wir verdanken Weiß eine ausführliche Darstellung dieses verwickelten 2 + 1gliedrigen Krystallsystem's (Abh. Berl. Akad. 1841. 249). Derselbe entwirft unabhängig von allen Winkeln eine Projectionsfigur, entwickelt ganz allgemein die Ausdrücke der Flächen mit Buchstaben blos aus den Zonenverhältnissen, und zeigt dann, welchen Werth μ und ν haben müsse, um zu den einfachsten Axenausdrücken zu kommen. Damit ist der Beweis geführt, daß nicht Grundformen, sondern der Zonenzusammenhang der Flächen das Wesen bilden. Schabus (Denkschriften Wien. Akad. Wiss. 1852, Band VI. 57) liefert

eine Monographie. Seine gefundenen Winkel weichen nur wenig von den bekannten ab.



Eine Säule s = a : b : ∞c macht 114° 50′ (115° Schabus), ihr stumpfer Winkel vorn ist zwar durch viele Flächen zugeschärft, Phillips gibt allein 12 an, aber keine schärft den scharfen zu, dieser bleibt selbst mit dem Handgoniometer gut meßbar. Nur ein Blätterbruch T = b : ∞a : ∞c, deutlicher als beim Topas, stumpft die scharfe Säulenkante gerade ab. Hauy läßt ihn in Hinsicht auf Deutlichkeit auf Gyps folgen. Derselbe erzeugt einen starken innern Lichtschein. M = a : ∞b : ∞c stumpft die stumpfe Säulenkante ab, allein die Neigung von Flächenbildung zwischen s und M ist so groß, daß man öfter auf ihr auch noch eine Knickung längs der Axe c gewahrt. Von den 12 Flächen zwischen M und s zeichnet sich $h^3 = \frac{1}{2}a : b : \infty c$ öfter durch Größe und etwas rauhe Längsstreifung aus, sie macht vorn 144° 33′ in der Säule; $h = \frac{2}{3}a : b : \infty c$ 133° 50′ ꝛc.

Am Ende steht auf der Hinterseite (nach Hauy die vordere) ein meist sehr ausgedehntes augitartiges Paar $f = \frac{1}{3}a' : \frac{1}{9}b : c$, seine schiefe

Kante c : $\frac{1}{5}$a' von 106° (105.49$\frac{1}{2}$ Sch.) wird durch den nicht sonderlich deutlichen 2ten Blätterbruch P = c : $\frac{1}{5}$a' : ∞b gerade abgestumpft. Meist kommt auf dieser Seite nichts weiter vor, nur selten findet sich eine Zuschärfung der Mediankante durch d = c : $\frac{1}{5}$a' : $\frac{1}{3}$b, oder wohl gar e = $\frac{1}{11}$a' : $\frac{1}{9}$b : c die Kante M/f abstumpfend. Auf der Vorderseite herrschen dagegen zwei Reihen Paare über einander, die untere Reihe: r = $\frac{1}{7}$a : $\frac{1}{3}$b : c (156° 12'), u = $\frac{1}{7}$a : $\frac{1}{6}$b : c, i = $\frac{1}{7}$a : $\frac{1}{12}$b : c; die obere n = a : $\frac{1}{3}$b : c (143° 50'), o = a : $\frac{1}{6}$b : c, q = a : $\frac{1}{9}$b : c.

Legen wir bei der Berechnung der Axenelemente den Säulenwinkel s/s = 114° 50', die stumpfen Winkel der Augitpaare f/f = 106° und n/n = 143° 50' zu Grunde, so ist tg 57° 25' = $\frac{b}{a}$; tgo 53 = $\frac{b}{9a}\sqrt{(5 \mp k)^2 + a^2}$; tg₁ 71° 55' = $\frac{b}{3a}\sqrt{(1 \pm k)^2 + a^2}$. Nach Anleitung von pag. 65 folgt hieraus $\pm k = \frac{\frac{3}{4}tg_1{}^2 - \frac{27}{4}tg_o{}^2}{tg^2} + 2$, $a^2 = \frac{9tg_1{}^2}{tg^2} - (1 \pm k)^2$, b = a tg. Folglich

$$a : b : k = 5{,}789 : 9{,}058 : 0{,}0178 = \sqrt{33{,}515} : \sqrt{82{,}049} : \sqrt{0{,}00317}$$

$$lga = 0{,}76262,\ lgb = 0{,}95704,\ lgk = 8{,}25042.$$

Da k positiv ist, so liegt der stumpfe Axenwinkel A/c = 90° 10$\frac{1}{2}$' auf der Vorderseite. Eine so unbedeutende Abweichung darf man ganz vernachlässigen. Dann ist es für die grobe Demonstration ganz passend, bei der Hauy'schen Stellung stehen zu bleiben: eine Säule s/s mit einer blättrigen Schiefendfläche P, und einer Abstumpfung der scharfen Kante durch T. P und T bilden die beiden auf einander senkrecht stehenden Blätterbrüche wie P/M beim Feldspath, nur daß beim Euklas umgekehrt T deutlicher ist als P. Da ferner die Augitpaare f/f und r/r vorzugsweise herrschen, so würden diese schiefen Axen einen passenden Ausgangspunkt bieten. Dagegen folgen Schabus und Kokscharow (Pogg. Ann. 1858. 103. 347) dem Mohs, und gehen von r 111 und d 1'11 aus, dann ist A : b : c = 0,971 : 3 : 1, A/c 79° 44' auf der Vorderseite. M 100, T 010, t 001; P 1'01, n 011, N 110; s 120, L 130, β 230, δ 320, l 340, ε 410, h 650, z 910, η 16.1.0, o 021, q 031, 041, 061, g 102, z 1'04, a 1'12, 1'21, u 121, f 1'31, i 141, b 1'42, e 2'31, c 1'52, ω 1'73, x 1'82, ν 323, m 5'93, k 2'.23.4, p 2.14.5, y 18'.29.3. P/c 49.8, Kante r/r zu Axe c 39° 10$\frac{1}{3}$'.

Härte 7—8, Gew. 3, Strahlenbrechung: gewöhnl. Strahl 1,64, ungewöhnl. 1,66. Farbe Meergrün, Werner sagt licht Berggrün, zuweilen auch farblos und blau. Wirkt ziemlich auf das Dichroskop.

Die optischen Axen liegen nach Biot im 1sten Blätterbruch T, die Mittellinie geht der Kante P/T, also dem 2ten Blätterbruch P parallel. Axenwinkel 49$\frac{1}{2}$°. Da Euklas fast so leicht als Gyps springt, so kann man sich die feinsten Lamellen verschaffen, welche die Farbe dünner Gypsblätter zeigen.

Vor dem Löthrohr wird er in starkem Feuer weiß, schwillt an dünnen Kanten etwas blumenkohlartig an und schmilzt.

$$(\dot{B}e + \dddot{A}l)^4\ \ddot{S}i^3,\ 24\ \dot{B}e,\ 32{,}4\ \dddot{A}l,\ 43{,}7\ \ddot{S}i.$$

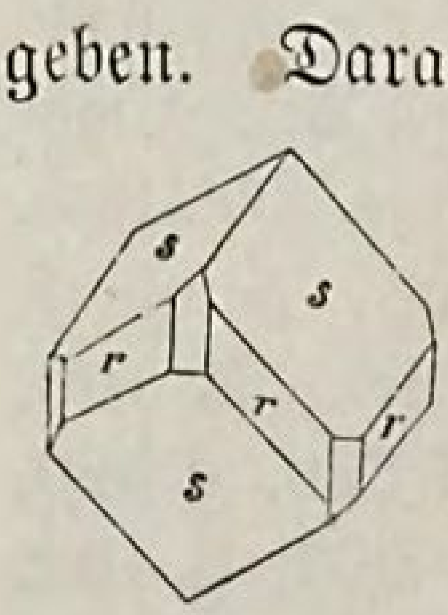
Nach Damour $\dot{H}\ \dot{B}e^2\ \dddot{A}l\ \ddot{S}i^2$ und isomorph mit Datolith, da bei starkem Erhitzen 6 p. C. $\dot{H}$ zum Vorschein kommen. Auffallend sind 0,7 Zinnoxyd. Dombey brachte ihn 1785 aus Peru, soll aber aus der Gegend von Villarica in Brasilien stammen (Lévy Descr. Minér. II. 89), wo er in der Nachbarschaft der Topase auf besondern Steinmarkschnüren vorkommt. Denn in den Topassäcken, welche die Londoner Juweliere aus Brasilien erhalten, finden sich zuweilen einzelne. Merkwürdig ist der neuere Fund in den Goldseifen (Kammeno-Pawlowskaja) am Flusse Sanarka Gouv. Orenburg, wo er wie in Brasilien mit gelben und rosenrothen Topasen, Rutilzwillingen, Korund, Chrysoberyll, Amethyst ꝛc. vorkommt (Kokscharow Mater. III. 97, IV. 101), sie sind grasgrün, farblos und blau, wie die mitvorkommenden Cyanite. Ein russisches Brasilien, die Gebirgskette schließt sich südlich an den Ilmentau.

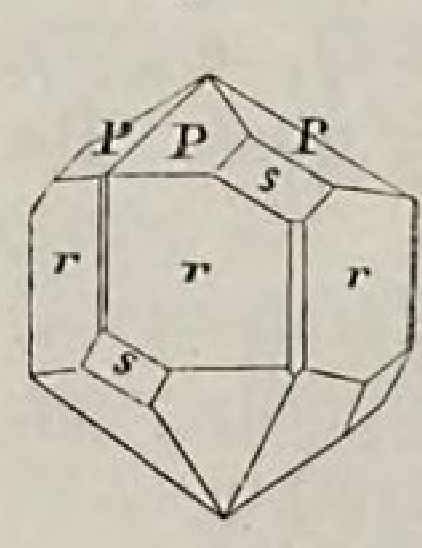
Phenakit (φέναξ Lügner, weil man ihn anfangs für Quarz gehalten). Nordenskjöld (Pogg. Ann. 31. 57) erkannte ihn in den Smaragdgruben an der Takowaja im Ural, Beyrich (Pogg. Ann. 34. 519 und 41. 323) zu Framont im obern Breuschthal im Brauneisenstein der Grube Mine jaune. Am flächenreichsten sind die kleinen Krystalle von Miask mit Amazonenstein. Vergleiche auch die Angabe von der Cerro del Mercado bei Durango (Jahrb. 1858. 788).

3 und 6gliedriges Krystallsystem. Ein etwas blättriges Rhomboeder s = a : a : ∞a von 116° 40′ (116. 36 Koksch.) in den Endkanten würde

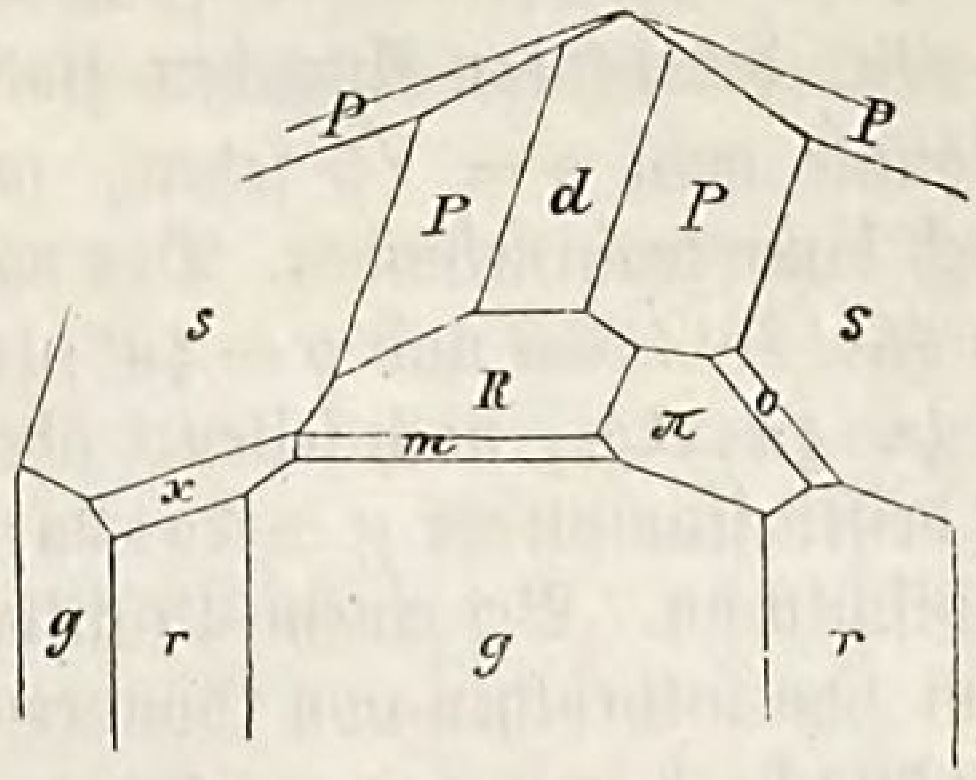
$$a = \sqrt{2{,}295} = 1{,}515,\ \lg a = 0{,}18040$$

geben. Daran stumpft stets die 2te Säule r = a : ½a : a : ∞c die Zickzackkanten ab, während die erste g = a : a : ∞a : ∞c nur ausnahmsweise und schwach auftritt. Solche einfachen Krystalle kommen von mehr als Faustgröße und rings ausgebildet im Glimmerschiefer des Urals vor. Bei den viel kleinern Vogesischen herrscht als Ende der Säulen ein mattes Dihexaeder P = 3a : ³⁄₂a : 3a : c mit 156° 46′ in den Endkanten, welches die Endkanten des Rhomboeders zuschärft. Niemals eine Geradendfläche vorgekommen, und da sich s zu P wie die Rhombenfläche zum Dihexaeder beim Quarz verhält, so ist eine auffallende Analogie zwischen beiden nicht zu verkennen. Beyrich glaubt sogar Trapezflächen beobachtet zu haben,





was die **Miasker** Krystalle vollkommen bestätigen: außer den gewöhnlichen Flächen s 111, r 120, g 110, P 123, wies Hr. Kokscharow (Mater. II. 322) wirkliche Trapezflächen x = a : ⅓a : ½a : c nach, die Kante r/s zur Linken abstumpfend, und in die Diagonalzone von m = a′ : a′ : ∞a : 2c fallend. Auch das Gegenrhomboeder R = a′ : a′ : ∞a : c ist



da, und $d = a' : a' : \infty a : \frac{1}{2}c$ stumpft die abwechselnden Endkanten von P ab. Fläche $\pi = a' : \frac{1}{3}a' : \frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}c$ in Zone s/m und R/g kommt auch tetartoedrisch vor, höchstens bildet es mit seinem andern Viertel einen Dreikantner 2ter Ordnung, der seine stumpfe Endkante wie die Flächen R liegen hat, dagegen wird $o = a' : \frac{1}{2}a' : a' : \frac{2}{3}c$ in Zone π/s und P/r nur viertelflächig angegeben.

Zwillinge: zwei Individuen haben die Axe c gemein und durchwachsen sich. Das Dihexaeder kann zwar in diesem Falle keinen Zwilling geben, aber die Rhomboeder zeigen einspringende Winkel. Zwillinge bei Framont häufig. Wollte man $P = a : a : \infty a$ und $s = a : \frac{1}{2}a : a$ wie beim Quarz schreiben, so müßte die Dihexaederaxe $A = a\sqrt{3} = \sqrt{6{,}885}$ sein, wie man leicht aus einer Projection sieht.

Härte 8, Gew. 2,98, gewöhnlich trübfarbig, bei Framont gelblich von Brauneisen, am Ural selten blaß rosenroth, wasserhelle haben starken Glanz. Ein dunkel weingelber Krystall vom Ural wurde auf der Pariser Ausstellung in 2 Monaten völlig farblos.

$\dot{B}e\,\dddot{S}i = Be^2\,Si\,O^4$ mit 55 $\dddot{S}i$ und 45 $\dot{B}e$, das Beryllerdereichste Mineral, nach neuern isomorph mit Dioptas und Willemit.

Beryllerde (Awdejew Pogg. Ann. 56. 101) spielt außer in vorstehenden 3 Edelsteinen und dem Chrysoberyll mit 18 $\dot{B}e$ noch im Leucophan 11,5 $\dot{B}e$, Helvin 10 $\dot{B}e$, Gadolinit 9,6 $\dot{B}e$ eine Rolle.

8. Turmalin.

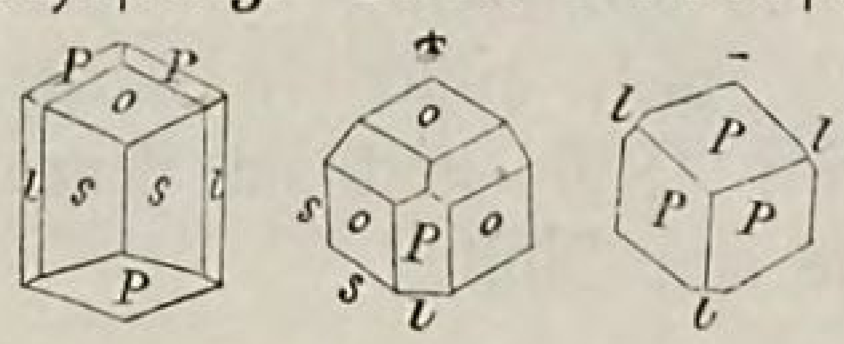
Turmala Arabisch, Turnamala Hindostanisch. In einem merkwürdigen Buche (Curiöse Speculationes bey Schlaflosen Nächten — zu eigener nächtlicher Zeit-verkürzung, aufgezeichnet von einem Liebhaber, der Immer Gern Speculiret. Leipzig 1708) wird erzählt, daß Anno 1703 die Holländer einen von Zeylan kommenden Edelstein, Turmalin oder Turmale genannt, mitbrachten, welcher die Eigenschaft habe, daß er die Turffasche auf der heißen Turffkohle nicht allein, wie ein Magnet das Eisen, an sich ziehe, sondern auch solche Asche zu gleicher Zeit wieder von sich stoße. Er wurde deßwegen von den Holländern Aschentrecker genannt, rund geschliffen in den Handel gebracht, um das Phänomen zu zeigen, da er für Juwele zu wenig Glanz hatte (de l'Isle Essai 268). Schörl ist der alte bergmännische Name für die schwarzen undurchsichtigen. Doch verstand man darunter auch Basalt, Hornblende etc. Brückmann (Beitr. Edelst. 2te Forts. 1783. 109).

Rhomboedrisch. $P = a : a : \infty a$ 133° 26′ in den Endkanten nach Hauy gibt

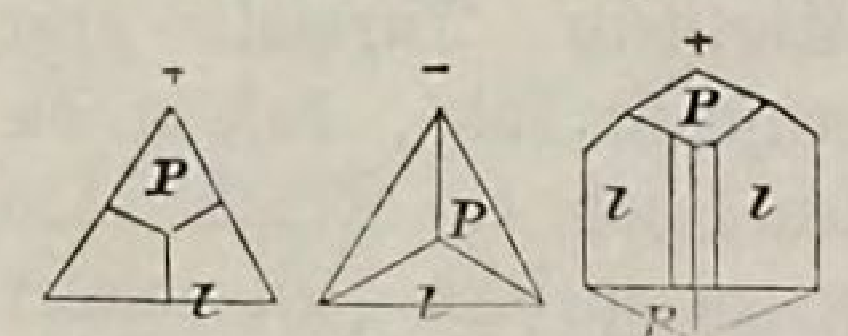
$$a = \sqrt{5,077}.$$

Da aber die neuern Angaben zwischen 132° 50′ und 133° 50′ schwanken, so könnte man $a = \sqrt{5}$ setzen, was 133° 10′ geben würde. Blättriger Bruch kaum wahrnehmbar. Das nächste stumpfere und schärfere Rhomboeder $n = 2a' : 2a' : \infty a$ und $o = \frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a' : \infty a$ häufig; seltener das 2te schärfere $r = \frac{1}{4}a : \frac{1}{4}a : \infty a$; noch seltener aber das Gegenrhomboeder $z = a' : a' : \infty a$, und dessen stumpferes $g = 2a : 2a : \infty a$, doch gibt sie Hauy bei grünen Brasilianischen an. Bei einem Brasilianischen maß G. Rose $\frac{2}{7}a' : \frac{2}{7}a' : \infty a$, bei einem hyacinthrothen von Gouverneur in New-York $\frac{1}{5}a' : \frac{1}{5}a' : \infty a$. Geradendfläche $k = c : \infty a : \infty a : \infty a$ findet sich besonders ausgezeichnet bei den großen Krystallen von Zwiesel und Hörlberg im Bayerischen Walde. Beide Säulen $l = a : a : \infty a : \infty c$ und $s = a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$ fehlen nie, allein sie werden häufig durch Streifung entstellt und cylinderförmig. Selten ist eine 6+6kantige Säule meßbar, wie $a : \frac{1}{5}a : \frac{1}{4}a : \infty c$ an norwegischen Turmalinen (Aphrizit). Dagegen kommen mehrere ausgezeichnete Dreikantner vor: $t = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$, $u = \frac{1}{3}a : \frac{1}{5}a : \frac{1}{2}a$, beide die Kante P/s abstumpfend und erster Abtheilung; $x = a' : \frac{2}{5}a' : 2a'$, $v = a' : \frac{1}{4}a' : \frac{1}{3}a'$, beide aus der Diagonalzone des Hauptrhomboeders P und zweiter Abtheilung.

Hemiedrie, schon von Hauy erkannt, bildet eine der merkwürdigsten Erscheinungen am Turmalin, und steht ohne Zweifel mit der Pyroelektricität in engstem Zusammenhange. Zunächst wird die 1ste sechsseitige Säule l dreiseitig, indem die parallelen fehlen und die

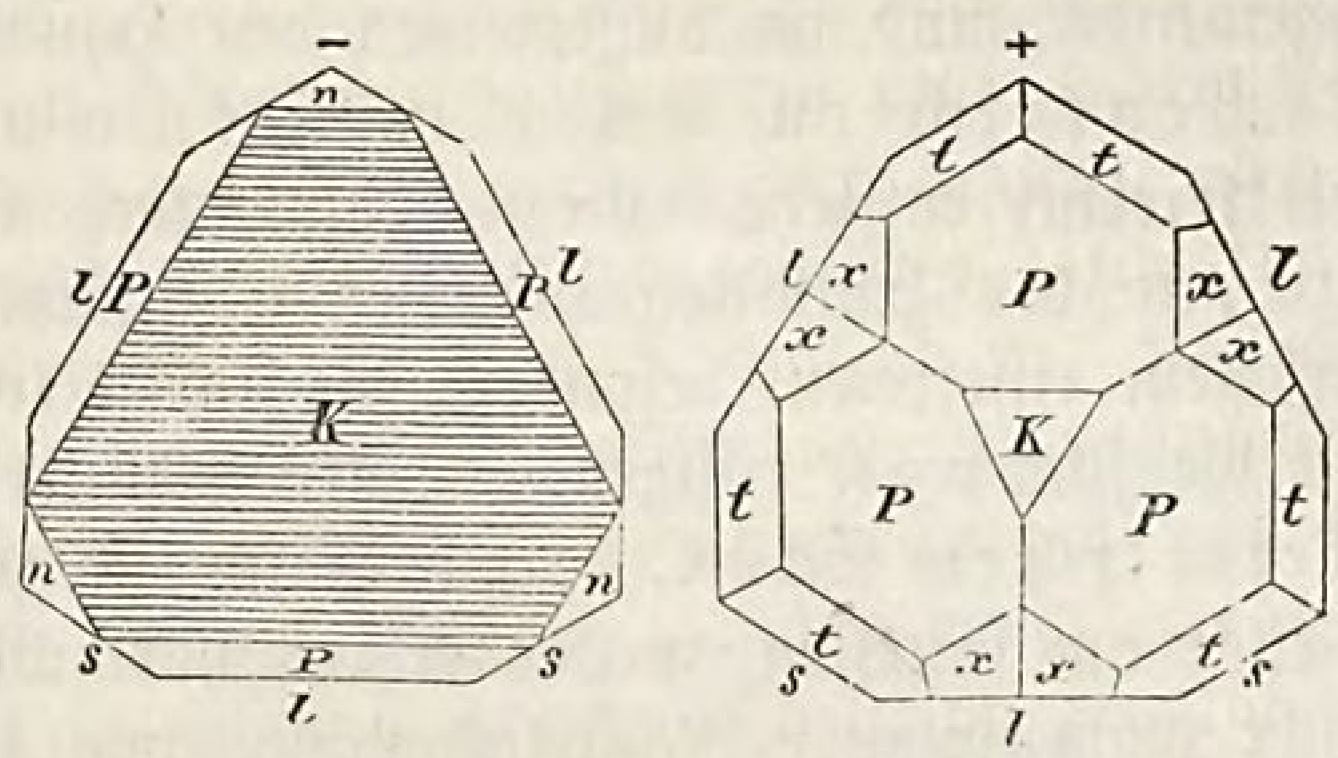


2te Säule nur untergeordnet auftritt, es ist das berühmte prisma enneaëdron von Linné. Kommt dazu dann das Hauptrhomboeder, so bildet dasselbe am analogen (—) Ende gleichschenklige Dreiecke, am antilogen (+) symmetrische Trapeze. Einen solchen Krystall beschreibt G. Rose von Ceylon. Häufig kommen schwarze von der gleichen einfachen Form zu Haddam in Connecticut und auf Rhode Island vor. Indeß gilt das Gesetz nicht durchgreifend, wie die kleinen ringsum ausgebildeten Krystalle im Granit am Sonnenberge bei Andreasberg beweisen. Man hat früher



Bergbau darauf getrieben, weil sie Linné noch für Zinnstein hielt. Hier herrscht nun zwar die 2te sechsseitige Säule s, allein bei vielen sind nur die abwechselnden Kanten durch l abgestumpft, welche in der Deutung der Pole leiten sollten. Aber hier liegt umgekehrt der analoge Pol an dem Ende des drusigen Hauptrhomboeders P, während der antiloge dem flächenreichern Ende mit o und P, wozu öfter auch noch r kommt, angehört. Sobald nun Krystalle diesem ähnlich sind, wie die von Haddam in Connecticut, besonders aber die prachtvollen über Zoll großen von Bovey Tracy in Devonshire, so findet man leicht, unbekümmert um die dreiseitige Säule, das drusige Ende mit P als dasjenige, welches dem negativen Pole entspricht.

Je complicirter die Krystalle, desto auffallender werden die Unterschiede an beiden Enden. Beistehende Horizontalprojection gehört zu kleinen grünen Krystallen von **Chursdorf** in Sachsen P 111, k 001, l 110, s 120, n 1'12, t 131, x 2'32. Das analoge (—) Ende zeigt vorherrschend die Geradendfläche, welche sogar schon ein anderes Aussehen hat, als die vom + Pole. Die scharfe Ausbildung der dreiseitigen Säule l leitet uns auch hier zur richtigen Beurtheilung. Hauy meinte, daß das flächenreichere Ende stets + sei, und das trifft hier wie oben zu. Fast nur krystallinisch bekannt, aber mit der größten Neigung zum Strahligen und Fasrigen. Quarzhärte, etwas weicher, Gewicht 3—3,3. Farblos bis Sammtschwarz, dazwischen allerlei bunte Farben, und selbst an verschiedenen Theilen eines und desselben Krystalls verschieden gefärbt. Optische Axe negativ, das Kreuz spaltet sich bei der Drehung (Jenzsch Pogg. Ann. 108. 645).



Gewisse Turmaline polarisiren das Licht vollkommen, daher früher Turmalinzangen pag. 132 so wichtig. Mit dem Dichroskop kann man die gut polarisirenden sogleich erkennen, von den gelben und grünen wird das eine Bild ganz dunkel und selbst undurchsichtig, bei farblosen und lichtgefärbten tritt nur eine lichtere Trübung ein, bei verschiedener Färbung. Auffallend ist auch der Grad der Durchsichtigkeit schon mit bloßem Auge: quer gegen die Hauptaxe c sind die Krystalle am durchsichtigsten, schief oder parallel der Hauptaxe werden sie trüb und opak, was schon Rinman an brasilianischen fand. Nimmt man z. B. eine Platte aus der Turmalinzange, und dreht sie während des Durchsehens um die Axe c, so bleibt sie immer gleich durchsichtig, aber um eine Linie senkrecht darauf gedreht, wo man allmählig nach der Richtung c durchsieht, wird sie schnell dunkel. Es ist dieß das einfachste Mittel, um die ungefähre Richtung der optischen Axen zu finden, und geschliffene Gemmen sofort zu unterscheiden.

Pyroelektricität pag. 163. Turmalin erlangt zwar auch durch Reiben positive Elektricität, allein wichtiger als dies ist die polare des edlen, welche viele Physiker beschäftigt hat. Schon Theophrast 50 spricht von einem Lynx, der kleine Spähne anziehe, doch war das wahrscheinlich feuerfarbiger Bernstein. Lémery (Histoire Acad. roy. scienc. 1717. pag. 7) nennt ihn zwar Magnet, hebt aber die Unterschiede von gewöhnlichem Magnet schon richtig hervor, Linné gab 1747 zuerst den Namen Lapis electricus, und Aepinus (Brewster Pogg. Ann. 2. pag. 297) wies 1756 die Richtigkeit der Linné'schen Benennung durch genauere Versuche nach. Hauy deutete bereits auf den Zusammenhang der Krystallform mit dieser

Eigenschaft hin. In neuern Zeiten haben sich Köhler, Hankel und G. Rose (Pogg. Ann. 39. 285, Abh. Berl. Akad. Wissensch. 1843. 65) der Untersuchung zugewendet, und im allgemeinen den Hauy'schen Satz bestätigt, daß am flächenreichern Ende **positive**, am flächenärmern **negative Elektricität** entstehe, woraus denn auch hervorgeht, daß die elektrische Axe mit der krystallographischen c zusammenfällt. Uebrigens sind die farbigen, rissefreien, besonders die klaren (von Elba) viel stärker elektrisch, als die schwarzen rissigen. Werner unterschied daher gemeinen und elektrischen Schörl. Nach Hauy ist zwischen 30°—80° R. die Elektricität am stärksten, weiter erhitzt hört alle Elektricität auf, was man leicht wahrnimmt. Natürlich muß, wie schon Bergman und Becquerel gezeigt haben, die Temperatur im Stein sich verändern, also entweder ab- oder zunehmen. Bricht man ihn während des Experiments entzwei, so ist jedes Stück gleich wieder polarelektrisch. Gaugin (Ann. Chim. Phys. 57. 5) zeigt, daß die Menge der Elektricität dem Querschnitt der Säule proportional sei, unabhängig von der Säulenlänge und Abkühlungszeit.

Vor dem Löthrohr verhalten sich die Varietäten verschieden: die schwarzen schmelzen leicht an, blähen sich aber zu einer unschmelzbaren Schlacke auf, die farbigen sind streng flüssig und selbst unschmelzbar. Schmilzt man Flußspath mit $\dot{K}a\,\dddot{S}^2$ zusammen, und bedeckt die Oberfläche des Flusses mit Turmalinpulver, so wird beim ersten Zusammenschmelzen die Flamme grün; Reaction von Borsäure, die sich in allen findet, und durch Borfluorkalium direkt bestimmt bis auf 11,6 $\dddot{B}$ steigt. Thonerde 31—44 $\dddot{Al}$ und Kieselerde 33—42 $\dddot{Si}$ halten sich meist das Gleichgewicht. Dazu kommt aber ein Gehalt an Eisenoxydoxydul, der bis auf 23,5 $\dot{F}e\,\dddot{F}e$ steigend die Sammtschwarze Farbe erklären würde, doch nehmen die neuern volumetrischen Bestimmungen nur Eisenoxydul an. Die Talkerde kann auf 14,9 $\dot{M}g$ steigen, außerdem $\dot{K}$, $\dot{N}a$, $\dot{L}i$, ein mit Wasser gemischter Fluorgehalt bis auf 3,5 p.C., worunter aber nur 0,8 Fl, erklärt die Glühverluste. Wägbare Spuren von Phosphorsäure, die mit der Thonerde fällt, und durch Molybdänsaures Ammoniak sich nachweisen läßt. Es gibt Turmaline mit 14 verschiedenen Bestandtheilen, daher ist auch wie beim Glimmer eine chemische Deutung lange nicht geglückt. Schon Bergman und Wiegleb haben sich an ihm versucht, aber erst 1818 fand Lampadius die $\dddot{B}$ und 1820 Arfvedson das $\dot{L}i$. Lange galten die Untersuchungen von Chr. Gmelin 1815—1827 als Muster, und Rammelsberg (Pogg. Ann. 80. 449 und 81. 1) glaubt, gestützt auf Hundert eigene Analysen von 30 verschiedenen Fundorten, zu Formeln gelangt zu sein. Er fand, daß nach starkem Glühen das feine Turmalinpulver durch Flußsäure vollkommen gelöst werde, was die Analyse wesentlich erleichterte. Freilich konnten nicht alle unter eine Formel gebracht werden, doch richtet sich ihre Zusammensetzung im Ganzen nach den Farben. Nur ein durchgreifendes Gesetz sprach er aus: daß sich der Sauerstoff der Basen und Borsäure $\dot{R} + \dddot{R} + \dddot{B}$ zum Sauerstoff der $\dddot{Si}$ verhalte $= 4:3$, die neuere Chemie (Pogg. Ann. 1870. Bd. 139. 379) brachte in jedoch wieder auf ganz

andere Ansichten: nimmt man als einwerthig H, K, N, Li, Fl; zweiwerthig Mg, Ca, Mn, Fe, O; dreiwerthig B; vierwerthig Si; sechswerthig Al, und stellt die Valenzen zusammen, so kann man sie in zwei Abtheilungen bringen; $R^3\ Al\ B\ Si^2\ O^{10}$ und $R^6\ Al^6\ B^4\ Si^9\ O^{45}$, die beide Drittelsilicate sind. Denn wenn man R einwerthig nimmt, so vertheilt sich der Sauerstoff auf Basen und Säure im Verhältniß 6 : 4 = 27 : 18 = 3 : 2.

Vorkommen. Der edle Thonerdereiche findet sich im Flußsande der Tropen, ganz nach Art anderer Edelsteine, daher können wir ihn auch von den Edelsteinen nicht gut trennen. Der gemeine durch Eisen dunkelgefärbte bildet oftmals einen untergeordneten Gemengtheil der Granite, Gneise, Glimmer-, Chlorit- und Talkschiefer, besonders in den Alpen. Dagegen scheint er in Augitischen und Vulkangesteinen zu fehlen. In Amerika ist er einer der gewöhnlichsten Begleiter des Korundes, und tritt sogar in Afterkrystallen desselben auf (Jahrb. 1874. 535). Ein Versuch, sie künstlich darzustellen, wie andere Edelsteine, wollte daher nicht recht gelingen, nur Hr. Daubrée pag. 203 hat sie mit Chlorkiesel bekommen. Nach ihren Farben und Werth zeichnen sich etwa folgende aus:

1. Farblose von St. Pietro auf Elba, im jüngern Ganggranit mit weißem Feldspath, Lithionglimmer, Beryll rc. Die durchsichtigen Krystalle nehmen dann auch mannigfaltige Farben an vom Schwarz, durchs Braun, Grün, Blau, Violet, Roth. Im reflectirten Licht nicht selten anders farbig als im durchfallenden. Die Vertheilung der Farbe längs der Säule fällt auf: man kann an einem Krystalle oft drei- bis viererlei unterscheiden, die entweder wolkig in einander verschwimmen, oder scharf parallel der Geradendfläche absetzen, das Durchsichtige kann plötzlich ins Undurchsichtige übergehen. Klare (Achroit) haben ein sehr edles Aussehen, wirken auf das Dichroskop, indem das eine Bild wenigstens dunkeler wird, auch treten dann die verschiedenen Farbenstreifungen deutlicher hervor. Besonders zierlich sind die Säulen, welche oben, wo die Endflächen sitzen, plötzlich ein dunkeles Köpfchen bekommen. Schaitansk im Ural, Paris in Maine. Stark elektrisch, schmilzt vor dem Löthrohr nicht, sondern brennt sich nur weiß.

$(\dot{Na}, \dot{Li}, \dot{K})\ \ddot{Si} + 4\ (\dddot{Al}, \dddot{Mn})\ (\ddot{Si}, \ddot{B})$ 7,8 $\ddot{B}$, 1,2 $\dot{Li}$. Die grünlichen von Elba nach der neuern Formel $\dot{H}\ (\dot{Na}, \dot{Li})\ \dot{R}\ \ddot{B}^2\ \dddot{Al}^6\ \ddot{Si}^6$.

2. Rubellit, nach seiner rothen Farbe genannt, die er einem Gehalte von Mangan verdankt. Am bekanntesten sind die Pyknitartigen Strahlen von Rozna im Fettquarz des Lepidoliths. Sie fangen auch hier öfter unten blau an, werden in der Mitte roth, und am obern Ende grün. Zuweilen findet sich ein blauer Kern, der von einer rothen Hülle umgeben wird. Aber die Masse ist trüb und weich mit vielen Quersprüngen, Folge anfangender Verwitterung. Paris in Maine, Granit von Penig, Eulenlohe bei Wunsiedel, Granitgrus von Sarapulsk im Ural rc., überall mit Lithionglimmer: $\dot{H}^3\ (\dot{K}, \dot{Na}, \dot{Li})^2\ \dot{R}\ \ddot{B}^4\ \dddot{Al}^{12}\ \ddot{Si}^{12}$.

3. Grüne. Vor allem gehört hierhin der sogenannte Brasilianische

Smaragd, der am stärksten elektrisch besonders aus der Gegend von Villa rica in großer Menge eingeführt und verarbeitet wird, sein dunkeles Grasgrün gibt im Dichroskop bei aufrechter Axe ein ganz opakes ord. Bild. Hat neben etwas Mangan schon einen Gehalt von 7 $\ddot{Fe}$, aber auch noch Lithion. Rammelsberg schrieb ihn früher

$$(\dot{Na}, \dot{Li}, \dot{K}) \dddot{Si} + 3 (\dddot{Al}, \ddot{Fe}, \ddot{Mn}) (\dddot{Si}, \dddot{B}).$$

Jetzt, wo das Eisen als Oxydul gedacht wird, und H die Stelle alkalischer Basen vertritt, kommt die ungefällige Formel H^{15} (K, Na, Li)^{10} $Fe^7 Al^{21} B^{17} Si^{36} O^{180}$. Vergißt man nicht, daß Bor drei- und die Alkalien einwerthig genommen sind, so haben wir damit das freilich nicht viel sagende Resultat eines Drittelsilicats $\dot{R}^{108} \dddot{Si}^{36} = \dot{R}^3 \dddot{Si}$.

Schmilzt zwar schwer, bläht sich aber schon stärker auf als die vorigen. Der Lithiongehalt ist auch hier aus dem Vorkommen erklärlich. Bekannt sind die schönen grünen Krystalle zwischen Albittafeln von Chesterfield (Massachusets), die einen rothen Kern haben, welchen man herausschlagen kann, und umgekehrt; merkwürdig die grasgrünen aus dem Dolomit von Campo longo südlich vom St. Gotthardt und im Binnenthal. Diese wirken nur wenig auf das Dichroskop.

In Brasilien gibt es auch blaue (Brasilianischer Sapphir). Manche Krystalle sollen sogar längs der Axe gesehen schön purpurroth, und quer sapphirblau aussehen. Am bekanntesten ist der *Indicolith*, Indigoblau, mit Lithionmineralen auf der Schwedischen Insel Utön, daher fand Arfvedson 4,3 Lithionhaltige Alkalien darin.

4. *Braune*. Dazu scheinen die ersten Ceylanischen gehört zu haben, denn die „Curiöse Speculationes" sagen, ihre Coleur sei Pomeranzenroth, mit Feuerfarbe erhöht. Zu Turmalinzangen sind es die besten, denn selbst sehr klare geben im Dichroskop schon *ein* opakes Bild. Sie finden sich auch ausgezeichnet in den Talk- und Chloritschiefern der Alpen (Zillerthal), worauf schon Müller (Nachricht von den in Tyrol entdeckten Turmalinen. Wien 1778) aufmerksam machte. Dieselben sehen öfter im reflectirten Lichte ganz schwarz und opak aus, indeß gegen das Sonnenlicht gehalten, oder mit dem Dichroskop untersucht, bekommt man ein durchsichtiges braunes Bild, Splitter parallel der Axe schmutzig bouteillengrün, in dünnen Platten smaragdgrün, ein auffallender Dichroismus, ähnlich dem Pennin. Rammelsberg fand 11 $\dot{Mg}$ und nennt sie daher Magnesia-Turmalin, früher

$$\dot{Mg}^3 \dddot{Si}^2 + 3 \dddot{Al} (\dddot{Si}, \dddot{B}) \text{ jetzt } (\dot{H}, \dot{Na}, \dot{K})^2 \dot{Mg}^4 \dddot{Al}^4 \dddot{B}^2 \dddot{Si}^8.$$

Der Talkgehalt ließe sich leicht aus der umgebenden Gebirgsmasse erklären. Auch die Nordamerikanischen braunen gehören hierhin, einer von Gouverneur (New-York) mit Strahlstein hatte sogar gegen 15 $\dot{Mg}$.

5. *Gemeiner Schörl*, Sammtschwarz, nur in den dünnsten Splittern noch an den Kanten durchscheinend, leicht schmelzend und sich dabei wurmförmig krümmend, doch wird die Schlacke wie beim Epidot schnell hart, porös und Bimsteinartig. Rammelsberg gab ihm zweierlei Formeln:

Magnesia-Eisen-Turmalin = $\dot{M}g^3 \dddot{S}i^2 + 4 (\dddot{A}l, \dddot{F}e) (\dddot{S}i, \dddot{B})$, zu ihm gehört besonders der Grönländische im Glimmerschiefer, von Havredal bei Krageroe, Haddam ꝛc., jetzt $H R Al B Si^2 O^{10}$ geschrieben, und

Eisen-Turmalin = $\dot{F}e^3 \dddot{S}i^2 + 6 (\dddot{A}l, \dddot{F}e) (\dddot{S}i, \dddot{B})$,

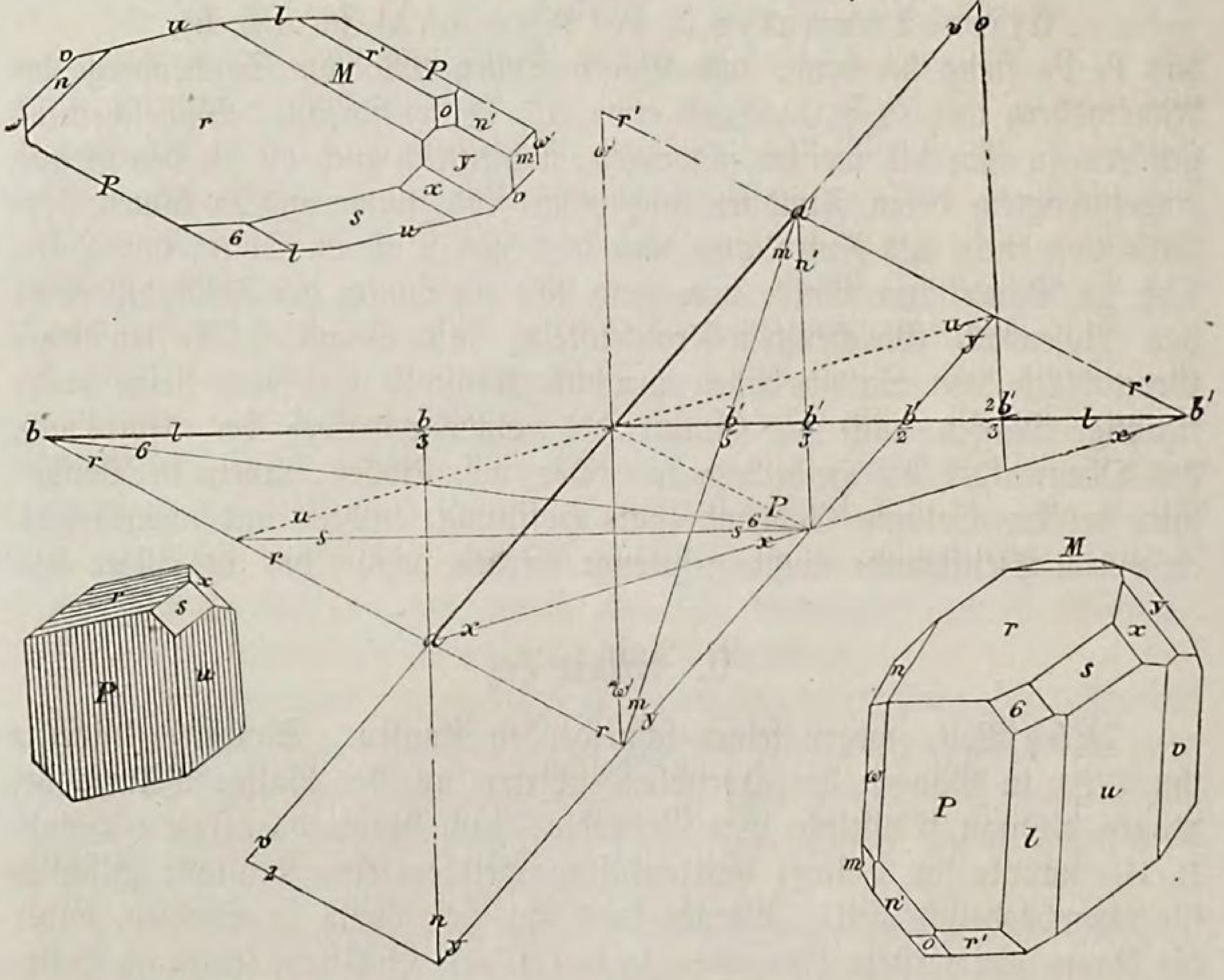
das $\dot{F}e \dddot{F}e$ steigt bei denen von Bovey Tracy und vom Sonnenberge bei Andreasberg auf 19 p.C., was etwa 17 $\dot{F}e$ entspricht. Wahrscheinlich gehören zu ihm die meisten schwarzen, namentlich auch die in den Granit eingesprengten, deren Fundorte unzählbar sind, unter andern kamen Krystalle von mehr als Fuß Länge und drei Zoll Dicke im Quarz von Hörlberg im Bayerischen Walde vor, ganz wie im Quarz der Feldspathbrüche von Rosenbach (Reichenstein-Frankenstein) mit Beryll. Mecklenburger Granitblöcke von Satow haben armdicke Krystalle geliefert, kleine mehr strahlige Massen auch der Granit des Schwarzwaldes bei Alpirsbach, des Odenwaldes bei Heidelberg ꝛc. Der von Bovey Tracy in Devonshire bei der Colonie Godhaab (gute Hoffnung) entdeckt und ausgebeutet, an einem Steilstrande mußte gesprengt werden, wobei viel ins Meer fiel.

9. Axinit Hy.

Ἀξίνη Beil, wegen seiner schneidenden Kanten. Saussure entdeckte ihn 1781 in Gängen der Hornblendeschiefer an der Balme d'Auris bei Bourg d'Oisan südöstlich von Grenoble, und Romé de l'Isle (Crystall. II. 352) nannte ihn Schorl lenticulaire, weil er seine Krystalle fälschlich für rhomboedrisch hielt. Werner fand ihn bei Thum in Sachsen, daher der Name Thumerstein (Bergmänn. Journ. I. 1. 261). Glasstein Klaproth Beitr. II. 118; Glasschörl Widenmann Hdb. Miner. 1794. 294, weil er leicht schmilzt. Die ausführlichste Darstellung gibt H. v. Rath (Pogg. Ann. 1866 Bd. 128. 20).

Eingliedriges Krystallsystem, verwandt mit dem des Kupfervitriols. Neumann (Pogg. Ann. IV. 63) hat zwar versucht, das verwickelte System auf rechtwinklige Axen zurückzuführen, allein für die gemeine Vorstellung scheint es bequemer, die Flächen blos nach ihrem Zonenverhältniß aufzufassen. Darnach haben wir eine rhomboidische Säule P/u = 135° 24′ (135.31 R), beide Flächen sind (stark) gestreift parallel ihrer Kante, was vortrefflich zur Orientirung dient. Auch ist ihre scharfe Kante durch einen blättrigen Bruch v abgestumpft, P/v = 102° 30′ (102.44 R), derselbe gibt durch einen innern Lichtschein sich deutlich zu erkennen. Doppelschiefendfläche r parallel Kante r/P = 134° 48′ (134.5 R) gestreift, r/u = 115° 39′ (115.38 R). Dieses eingliedrige Hexaid Pur bildet die vorherrschenden Flächen, und da die stumpfe Kante P/r niemals, die u/r aber meist durch eine sehr glänzende ungestreifte Fläche s abgestumpft ist, so erleichtert das die Erkennung der Krystalle außerordentlich. Häufig findet sich auch noch x, welche die scharfe Kante P/s = 33° 18′ sehr schief abstumpft. Ueber die Stellung sind die Schriftsteller nicht in Uebereinstimmung. Folgen wir Naumann, so bilden P/u

die Säule, was praktisch ist, weil beide die gleiche Streifung haben. Nähmen wir dazu die Einzelflächen r und x, und gingen vom Oktaid



P u r x aus, so wären auch die drei zugehörigen Hexaidflächen M v s vorhanden. Naumann wählte aber nur M und v als Axenebenen, zur dritten dagegen die Dodekaidfläche l. Projiciren wir nun das System auf M, so steht M auf P senkrecht, denn M/P = 90° 5′ und M/u = 97° 46′. Zur Anlegung der Figur müssen wir noch P/l = 151° und v/u = 147° kennen, dann ziehen wir die Sectionslinien P/u 135° gegen einander, machen P/l = 151° und u/v = 147°. Nehmen wir nun einen beliebigen Axenpunkt b an, und ziehen dadurch r parallel P, so bestimmt diese Linie die Länge von a. Wir haben dann die Sectionslinie v als Axe der a, und l als Axe der b gewählt. Das gibt

P = a : b : ∞c; u = a : b′ : ∞c; r = a : b : c; x = a : b′ : c; M = c : ∞a : ∞b;

v = b : ∞a : ∞c in Zone P/u und r/x, P/v 102.44
l = a : ∞b : ∞c in Zone M/s und P/u, l/v 131.39
s = $\frac{1}{2}$a : ∞b : c in Zone P/x und r/u, s/u 152.3
y = $\frac{1}{2}$b′ : c : ∞a in Zone x/s und M/v, y/v 139.9
w = a : $\frac{1}{3}$b : ∞c in Zone P/u und y/r, w/y 123.2
n = a : $\frac{1}{3}$b : c in Zone M/w und v/r, v/r 93.14
o = 2a′ : $\frac{2}{3}$b′ : c in Zone M/w und u/y, u/y 130.16
(e) r′ = a′ : b′ : c in Zone P/r und l/x, P/r 134.48
n′ = a : $\frac{1}{3}$b′ : c in Zone v/r′ und P/s, P/s 146.39

$m = a' : \frac{1}{5}b' : c$ in Zone v/r' und y/r, P/w 119.50
$\sigma = \frac{1}{3}a : b : c$ in Zone P/s und l/r, P/σ 155.27
$z = 2a : 2b : c$ in Zone P/r und n/y, M/x 115.3.

Zu Botallak in Cornwall kommen an sehr unzugänglicher Meeresküste (Pogg. Ann. 128. 44) flächenreiche Krystalle vor, die H. v. Rath genau bestimmt hat. Er fand

$$a : b : c = 0{,}493 : 1 : 0{,}451$$

$$M/v = A = 82.10;\ M/l = B = 86.11;\ v/l = C = 131.39.$$

Daraus folgt für die Axenwinkel

$$b/c = \alpha = 82.54;\ a/c = \beta = 88.9;\ a/b = \gamma = 131.33.$$

Neue Flächen waren $\delta = 2a : \frac{2}{3}b : c$, das Gegenstück zu o; $b = \frac{1}{2}b : c : \infty a$, das Gegenstück zu y; Säulenflächen h 310, h_2 83'0, β 51'0; in der Axenzone a liegen f 01'1' und g 02'3; endlich noch die ungewöhnlichern k 261, d 241, t 371. Websky fand bei Striegau in Schlesien in den Zonen ω/r und n/u eine Fläche $\varepsilon = \frac{2}{3}a : \frac{2}{3}b : c$; Hessenberg (Abhand. Senckenberg. Nat. Ges. 1873 VIII. 30) bei Botallak in Zone n/u und y/v Fläche $\mu = \frac{1}{4}b : c : \infty a$ und in Zone P/r und n/l Fläche $\varphi = a : b : 3c$. Letzterer stellte dann 42 Flächen nach Schrauf (Sitzb. Wien. Akad. 1870 Bd. 62) zusammen, und geht dabei vom Oktaide u 111, r 11'1, ω 1'11, e 1'1'1 aus; dann bilden y 001, b 010, P 100 das zugehörige Hexaid; v 011, m 01'1, d 11'0, s 101, 101' fünf zugehörige Dodekaide; g 01'2, n 12'0, x 102, c 1'02, f 01'3, σ 203 Pyramidenhexaide; l 211, h 311, h^2 322, β 533, α 433, 977, π 21'1, z 12'2, L 45'5, § 32'1, τ 42'1, δ 13'1, k 2'31, t 3'31, ϑ 1'51, η 23'.12.1, q 1'13, o 1'1'3, ϱ 3'13, ψ 1'1'4, ζ 1'2'7, φ 31'1, μ 031, ε 33'1. H. v. Rath gieng vom Henhenoeder $u = a : b : \infty c$, $r = a : b' : \infty c$, $y = a : c : \infty b$ aus, wozu s 100, b 010, c 001 das Axenkreuz liefern. Da er nun auch seinen Bildern eine gute Projection beifügt, so kann man die Ausdrücke leicht ableiten. Bei solch willkührlicher Wahl der Axen erkennen wir immer wieder, wie das Wesen der Darstellung auf dem Zonenzusammenhange beruht, wie ich das im Grundriß der Krystallographie pag. 374 an mehreren Beispielen zeigte. Für unser Projectionsbild hätten sich ω und l in ihrem Durchschnitt mit M am besten zum Axenkreuz geeignet, da $\omega/l = 90^0\ 36'$ sich dem rechten Winkel sehr nähert.

Neumann schlug sogar vor, dem Systeme **rechtwinklige** Axen unterzulegen. Denn da P/M nur 5' vom rechten Winkel abweicht, so nahm er denselben rechtwinklig. Wählt man nun die Säulenkante P/u als Axe c; die Senkrechte auf P als Axe b: so wird, a senkrecht gegen b und c gedacht, $P = b : \infty a : \infty c$, $u = a : b' : \infty c$, $M = a : c : \infty b$ und $y = \frac{1}{8}a' : \frac{1}{2}b : c$. Aus P u y M kann ich aber leicht deduciren, denn v x r' sind die zugehörigen Dodekaidflächen rc. $a : b : c = \sqrt{51} : \sqrt{49} : 1$. Die Flächen werden dann $v = \frac{1}{9}a : \frac{1}{2}b' : \infty c$; $w = \frac{1}{9}a : \frac{1}{5}b : \infty c$; $l = \frac{1}{9}a : \frac{1}{16}b' : \infty c$; $r = a : \frac{1}{7}b : c$; $r' = a : \frac{1}{7}b' : c$; $o = \frac{1}{7}a' : \frac{1}{5}b' : \frac{1}{2}c$; $n' = \frac{1}{8}a' : \frac{1}{5}b' : c$; $x = \frac{1}{8}a' : \frac{1}{9}b' : c$; $s = \frac{1}{8}a' : \frac{1}{16}b : c$; $\sigma = \frac{1}{8}a' : \frac{1}{25}b : c$; $n = \frac{1}{10}a : \frac{1}{5}b : c$; $m = \frac{1}{17}a' : \frac{1}{3}b' : c$.

Fast Quarzhärte, Gew. 3,2. Rauchgrau bis Violblau, die Alpinischen oft zufällig durch Chlorit gefärbt. Dauphinéer zeigen einen ziemlich deutlichen Trichroismus: stellt man die scharfe Säulenkante P/u aufrecht, und hält dieses Prisma schief gegen die Helle, damit das abgelenkte Licht gerade ins Auge falle, so ist der Krystall bis zur Kante r/u hin schön violblau; stellt man dagegen die scharfe Kante P/r aufrecht, so ist bis zur Kante r/u kein Violblau zu finden. Das Dichroskop gibt ein prachtvolles violettes Bild, parallel mit Kante P/r schwingend, besonders senkrecht gegen Fläche r gerichtet. Auch die optische Mittellinie soll senkrecht gegen r stehen. Pyroelektrisch, aber nicht sonderlich stark, und merkwürdiger Weise mit zweierlei Axen; die an beiden Enden antiloge Axe (+) geht von n zu n (stumpfe Ecke), die analoge (—) trifft in die scharfe Ecke des Krystalls, etwa wo u und x mit dem hintern P zusammen stoßen.

Vor dem Löthrohr schmilzt er leicht unter Aufblähen zu einem dunkelgrünen Glase, das in der äußern Flamme durch $\ddot{\text{Mn}}$ schwarz wird. Die geschmolzene Masse wird durch Salzsäure zersetzt, wobei sich $\dddot{\text{Si}}$ gallertartig ausscheidet. Zeigt deutlich Reaction auf Borsäure 5 $\dddot{\text{B}}$. Rammelsberg gab ihm früher die zweifelhafte Formel $(\dot{\text{Ca}}, \dot{\text{Mg}})^3 (\dddot{\text{Si}}, \dddot{\text{B}})^2 + 2 (\dddot{\text{Al}}, \dddot{\overline{\text{Fe}}}, \dddot{\overline{\text{Mn}}}) (\dddot{\text{Si}}, \dddot{\text{B}})$. Jetzt (Zeitsch. deutsch. Geol. Ges. XXI. 689) hat sich gezeigt, daß wie beim Turmalin gar kein Eisenoxyd, sondern blos Eisenoxydul vorhanden ist zugleich mit einem kleinen Wassergehalt. Es wird daher als ein Halbsilikat angesehen, worin der Sauerstoff der Basen mit dem der Kieselsäure ins Gleichgewicht tritt, $\text{H R}^3\ \text{Al B Si}^4\ \text{O}^{16}$.

In den Alpen (Tyrol ausgenommen) sehr verbreitet, besonders mit Bergkrystall, Adular ꝛc. Die schönsten brechen zu Oisans mit den Zwillingen von Bergkrystall, Epidot und Prehnit. Auf dem Harze und Taunus (Jahrb. 1859. 289) finden wir sie auch in derben krystallinischen Massen, die mit Prehnit Gänge im Grünstein bilden. In Cornwall auf der Grube Botallak mit Turmalin. In Sachsen auf Erzgängen mit Arsenikkies und Blende (Breithaupt Paragenesis 115). Am Onegasee. Nordamerika.

VII. Zeolithe.

Cronstedt erkannte sie schon 1756 (Abh. Schwed. Akad. der Wiss. pag. 120), nannte sie von ζέω sieden, weil sie für sich leicht unter Aufschäumen zu einem Glase schmelzen, das aber wegen der Menge von Luftblasen schwer zur Klarheit zu bringen ist. Sie zeigen dabei eine eigenthümliche Phosphorescenz. Eine Feldspathartige Zusammensetzung aber mit Wasser, dessen Entweichen jedoch nicht die Veranlassung zum Schäumen sein soll (Berzelius), wie die ältern Mineralogen annahmen (Hoffmann Miner. II. a. pag. 245). Von Salzsäure werden sie vollkommen zersetzt, wobei sich, wenn nicht Wasser genug vorhanden ist, die Kieselerde als Gallerte oder

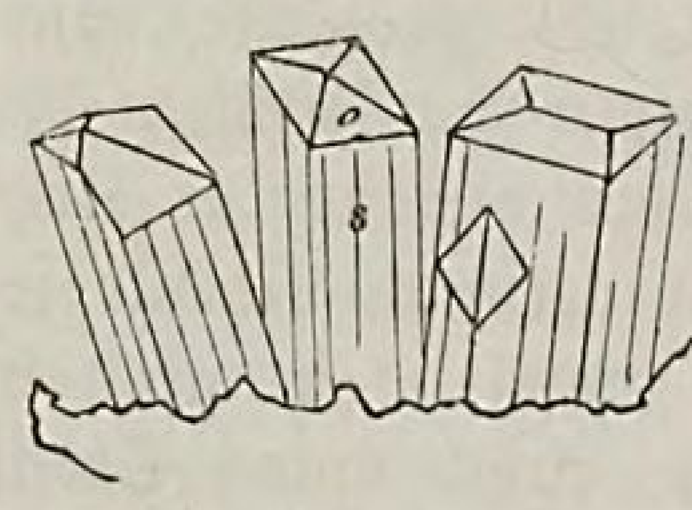
schleimiges Pulver ausscheidet, was ihre Untersuchung sehr erleichtert. Geglüht lösen sie sich nicht mehr, weil ein Theil des Wassers die Stelle der Basen vertritt. Unverwitterte Krystalle besitzen Edelsteinartige Klarheit, allein es tritt leicht eine Trübung ein, wahrscheinlich in Folge eines kleinen Wasserverlustes, und dann werden sie schneeweiß. Damour (Ann. Chim. Phys. 53. 458) zeigte, daß sie schon in trockner Luft Wasser langsam verlieren, was sie in feuchter schnell wieder aufnehmen. Zur Aufnahme von Farbestoffen im höchsten Grade ungeeignet: denn wenn z. B. Eisenfärbung vorkommt, so sieht man nicht selten, wie diese die Substanz nur stellenweis durchtüncht, und wenn der Krystall sich weiter von seiner durch Farbe getrübten Unterlage entfernt, so kann er an seinem Oberende wieder ganz Wasserklar werden. Leider sind die Krystalle selten groß, auch übersteigen sie gewöhnlich nicht einmal die Glashärte, doch sind sie entschieden härter als Kalkspath. Sie gehören zu den leichtesten Steinen, denn sie bleiben wegen ihres Wassergehalts um das 2fache herum. Daher nannte sie Mohs Kuphonspathe (κοῦφος leicht). Die ältern Vulkanheerde, vor allem die Höhlen der Mandelsteine und Basalte, bilden ihre Hauptfundstätte. Von Island, wo sie auf Doppelspath sitzen, erhielt sie schon Cronstedt, nicht minder berühmt die Faröer Inseln nördlich Schottland, in Deutschland Oberstein an der Nahe und das Fassathal in Südtyrol. Bemerkenswerth das Vorkommen auf den Silbererzgängen von Przibram und Andreasberg, wo sie selbst bis auf die größten Teufen des Samson hinabgehen. Selbst die Hochalpen zeigen auf Klüften der Protogine und Diorite an zahlreichen Punkten sparsam angeflogene Krystalle. Wegen ihres Wassergehaltes wird man sehr versucht, sie für secundäre Bildungen auf nassem Wege zu halten, zumal da sie gern in verwittertem Gebirge liegen, dem durch langjährige Auslaugung Stoffe mittelst Wasser entzogen sind, wie aus der Art des zerfallenden Tuff- und Wackengesteins deutlich hervorleuchtet. Auch Bischof hat dieß mehrfach zu begründen gesucht. Dagegen behauptet Bunsen (Leonhard's Jahrb. 1851. pag. 861), daß den Zeolithbildungen Island's weder rein neptunische, noch rein plutonische Vorgänge zu Grunde liegen. Vielmehr erlitten rein plutonische Gesteine von überbasischer (augitischer) Zusammensetzung eine neptunische Metamorphose zu Palagonit, indem heiße Wasser vulkanische Tuffe auslaugten, und durch Wegführung von $\ddot{Al}$ und $\dddot{Si}$ kieselarm machten. Diese wurden nun abermals von Feuergesteinen durchbrochen, und dadurch in zeolithische Mandelsteine verändert. Räthselhaft scheint es dabei, wie Hydrate sich bei so hoher Temperatur bilden konnten. Allein Bunsen glaubt auch das lösen zu können: läßt man nämlich 0,2 Theile $\dot{C}a$, 1 $\dddot{Si}$ und 9 Aetzkali in einer Silberschale eine Zeit lang roth glühen und dann langsam erkalten, so findet sich darin nach dem Auflösen im Wasser ein Netzwerk von 4—5''' langen Krystallnadeln eines wasserhaltigen Silicats $\dot{C}a^3 \dddot{Si}^2 \dot{H}$, das in der Glühhitze entstand und sich erhielt, das aber nach dem Abscheiden aus seiner Umgebung schon bei 109° vier Fünftel seines Wassers abgibt, und noch unter der Glühhitze alles Wasser

wieder verliert. Hr. Daubrée (Bulletin géol. Franc. 1859. 16. 562) fand in den heißen Bädern von Plombière und Bourbonne-les-Bains (Jahrb. 1875. 749) verschiedene kleine Krystalle (Ichthyophthalm, Chabasit, Kreuzstein), welche sich in dem alten römischen Mauerwerk abgesetzt hatten. Kleine fasrige Warzen erhielten den Namen Plombiërit $\dot{C}a^3 \ddot{S}i^2 \dot{H}^6$. Auch auf dem Samson kamen die Zeolithe erst mit dem jüngern Kalkspath. Für die wichtigsten führte schon Werner (Verzeichniß Minerk. Pabst v. Ohain 1791. 92) die passendsten Namen fasriger, strahliger, blättriger Zeolith ein.

1. Faserzeolith Wr.

Weil sie sich zu den feinsten Fasern zertheilen. Auch schlechthin Zeolith genannt, da er als der gewöhnlichste zuerst die Aufmerksamkeit Cronstedt's auf sich zog. Er kommt meist in excentrisch strahligen Massen vor, die an ihrem schmalen Ende ganz dicht werden, und bei Verwitterung zu Mehl zerfallen, daher Mehlzeolith Wr. Die freien Krystallnadeln hieß Werner Nadelzeolith, Hauy **Mesotyp** (Mittelgestalt), worin er die quadratische Säule mit Geradendfläche als Kernform nahm, die zwischen dem Würfel des Analcims und der Oblongsäule des Strahlzeoliths gleichsam mitten inne steht. Nach ihm wäre also das

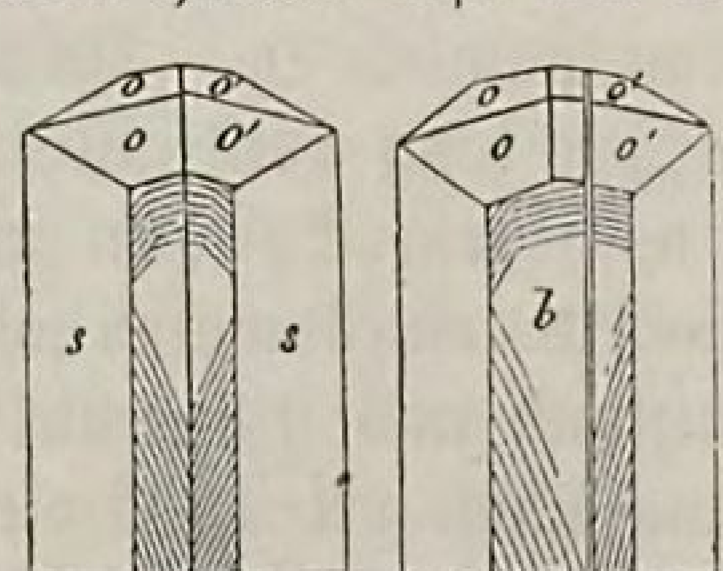
Krystallsystem 4gliedrig, und zwar meist eine einfache quadratische wenig blättrige Säule s mit oktaedrischer Endigung o. Später fand



Gehlen, daß die Säule nicht quadratisch, sondern **zweigliedrig** und ein wenig geschoben sei 91° (vorn), daraus folgen für das Oktaeder ebenfalls 2 + 2 Endkanten, die nach Haidingers Messungen über der stumpfen Säulenkante 143° 20′ und über der scharfen 142° 40′ betragen, gibt die Axen

$$a : b = 2{,}79214 : 2{,}84108.$$

Zu diesem Systeme scheinen die Federkieldicken Krystalle aus der Auvergne (Puy de Marmant bei Clermont), von Aussig und Hohentwiel 2c. zu gehören. Ihre scharfe Säulenkante ist gewöhnlich nicht abgestumpft, auch kennt man sie nicht als Zwillinge. Merkwürdiger Weise stimmen damit die klaren Nadeln von Berufiord auf Island nicht, welche Fuchs als Scolecit und Mesolith getrennt hat. G. Rose zeigt (Pogg. Ann. 28. 424), daß hier die seitlichen Endkanten 143° 29′ nur noch einander gleich bleiben, die vordere Endkante o/o 144° 40′ sich dagegen von der hintern 144° 20′ um 20′ unterscheidet. Der vordere Säulenwinkel 91° 35′. Wir hätten also ein 2 + 1gl. System vorn mit einem stumpfen Winkel



90° 54′ der Axe c gegen a, und

$$a : b = 2{,}87 : 2{,}95.$$

Die scharfe Säulenkante ist gewöhnlich stark abgestumpft durch b : ∞a : ∞c, und auf dieser Abstumpfungsfläche gewahrt man eine zarte Längslinie in der Richtung von c, welche eine Zwillingsgrenze andeutet. Es ist das Gesetz

der Karlsbader Feldspathzwillinge pag. 306: beide Individuen haben die Säule gemein und liegen umgekehrt. Geht die Zwillingsgrenze genau durch die seitlichen Endkanten des Oktaeders, dann wird eine förmlich 2gliedrige Ordnung hergestellt, indem das eine Individuum seine Vorderseite hinlegt, wo das andere seine hintere hat. Oefter geht aber die Zwillingsgrenze über die Fläche weg, und dann sieht man in der Zone der seitlichen Endkanten auf dem hintern Paare einen ausspringenden Winkel von 178° 28′, am gegenüberliegenden Ende müßte der gleiche Winkel einspringen, allein dieß ist immer angewachsen. Umgekehrt ist die Sache am vordern Paare, hier wird oben der Winkel einspringend. Die Abstumpfungsfläche b zeigt häufig am abgebrochenen Ende der Krystalle eine federartige Streifung, welche beiderseits von der Zwillingslinie ausgeht und sich in scharfem Winkel nach oben kehrt. Davon muß man ein zweites viel schwerer sichtbares System von Federstreifen unterscheiden, was oben am auskrystallisirten Ende beginnt und den vordern Endkanten der Oktaeder parallel geht. Blätterbruch der Säule nicht ausgezeichnet. Gew. 2,2; Härte 5. Glasglanz auf dem kleinmuscheligen Bruch sich etwas ins Fette neigend. In den Basalten Krystalle bis zu den feinsten Nadeln, welche aus einer dichten Masse von Glaskopfstructur entspringen. Pyroelektrisch. Schon Hauy fand, daß das freie Krystallende Glas- und das aufgewachsene Harzelektricität nach gelindem Erwärmen zeige, aber nicht bei allen Krystallen. Nach Rieß und Rose (Abh. Berl. Ak. Wiss. 1843 pag. 75) werden nur die Zwillinge (Scolecit) elektrisch, antilog am freien und analog am verwachsenen Ende.

Die chemische Zusammensetzung variirt zwar außerordentlich, doch sind sie im Wesentlichen Labrador mit Wasser. Kleine Abweichungen in der Form und Analyse haben zu vielen Zersplitterungen und lokalen Benennungen geführt.

a) Natrolith Klaproth Beitr. V. 44, wegen des Natrongehalts, Höganit Selb. **Mesotyp.** $\dot{N}a\,\dddot{S}i + \ddot{A}l\,\dddot{S}i + 2\,\dot{H}$, 47,2 $\dddot{S}i$, 25,6 $\ddot{A}l$, 16,1 $\dot{N}a$, 8,9 $\dot{H}$, 1,3 $\ddot{F}e$, bei 300° geht alles Wasser gegen 10 p.C. fort, wird aber wieder aufgenommen, zuweilen ersetzt ein wenig $\dot{C}a$ das $\dot{N}a$. Er schmilzt ruhig zu einem Glase, ohne sich dabei aufzublähen, und bildet mit Salzsäure nach etwa 24 Stunden eine steife Gallerte. Vor allem bekannt sind die daumendicken Platten im Klingstein des Hohentwiel am Bodensee von ächter Isabel-Farbe, nach einer Spanischen Prinzessin Isabella benannt, die gelobte, ihr Hemde nicht eher abzulegen, bis ihr Gemahl Albert von Oestreich Ostende 1604 erobert habe, aber das währte 3 Jahr 2 Monat 17 Tage (Berkenmeier's curieuser Antiquarius. Hamburg 1712 pag. 193). Die Platten zeigen ausgezeichnete Glaskopfstructur mit fein concentrischer Streifung und excentrischer Faserung, zerspringen daher zu keilförmigen Stücken. Da sie eine gute Politur annehmen, so sind sie zur Täfelung von Zimmern im Königl. Schloß zu Stuttgart benutzt. Die Anwendung ist aber nur vereinzelt: wie einst Friedrich der Große seine besondere Freude am Schlesischen Chrysopras hatte, so König Fried-

rich an diesem württembergischen Producte. Schon im vorigen Jahrhundert erregten sie die Aufmerksamkeit (Bergm. Journ. 1792. VI. 1. 189). Brevicit von Brevig; Bergmannit von Laurvig und Fredrikswärn, Spreustein und Radiolith, sämmtlich in den dortigen Zirkonsyeniten von Südnorwegen strahlige Massen bildend, scheinen mit Natrolith zu stimmen. Von Brevicit zeichnet G. Rose Krystalle von $1\frac{1}{2}''$ Länge und $\frac{1}{2}''$ Dicke mit den Oktaedern a : b : c und a : $\frac{1}{3}$b : c, deren Winkel gut stimmen. Ihres alten frischen Ansehens wegen nannte sie Scheerer (Pogg. Ann. 91. 385) Paläonatrolith. Nach Blum (Pogg. Ann. 105. 133) Afterkrystall von Nephelin und Oligoklas.

b) Scolecit Fuchs, σκωληκίτης wurmähnlich, weil er vor dem Schmelzen sich ziemlich bläht. Ein Kalkmesotyp $\dot{C}a\,\dddot{S}i\,\dddot{A}l\,\dddot{S}i + 3\,\dot{H}$ mit 13,7 Wasser. Der Kalk zeigt sich mit Oxalsäure, ein kleiner Natrongehalt durch Würfelchen von Na Cl, welche sich nach einiger Zeit in der Gallerte der Lösung finden. Nur dieser soll pyroelektrisch und 2 + 1gliedrig sein, was auffällt. Schneeweiße excentrisch-strahlige Massen füllen besonders die Mandeln der vulkanischen Gesteine von Island und der Faröer-Inseln. In den Alpen am Viescher Gletscher (Jahrb. 1860. 786). Wo die Strahlen fein schneeweiß beginnen, zeigt sich die negative Elektricität, aber erst dann, wenn sie etwas dicker und getrennter werden. Die dichte Masse ist vollkommen unelektrisch. Je weiter die Strahlen zum positiven Ende fortlaufen, desto dicker werden sie, sie verlieren an Schneefarbe, und endigen nicht selten wasserhell. Brooke's Poonahlit 91° 49′ mit Ichthyophthalm und Strahlzeolith von Poonah bei Bombay in Ostindien; Thomson's Antrimolith 92° 13′ und Harringtonit 90° 54′ aus den Basalten der Grafschaft Antrim sind alle reich an Kalk.

c) Mesolith Fuchs (Schweigger's Journ. Chem. 1816. 18. 16) steht chemisch zwischen Natrolith und Scolecit mitten inne, denn der aus dem hornblendehaltigen Basalt von Hauenstein bei Schönwald nordöstlich Schlackenwerth in Böhmen hat 7,1 $\dot{C}a$ und 7,7 $\dot{N}a$. Berzelius Mesole von den Faröer-Inseln und andere zeigen ebenfalls diese zwei Basen, welche sich in den verschiedensten Verhältnissen gegen einander vertreten. Opisch 1gliedrig Descloizeaux Manuel 390.

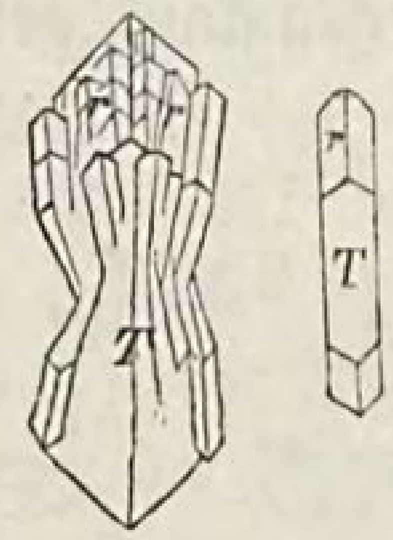
d) Comptonit Brewster (Edinburg. phil. Journ. IV. 131). Compton brachte ihn 1817 nach England, er fand sich in Höhlen Vesuvischer Mandelsteine und scheint dem von Seeberg bei Kaden in Böhmen sehr ähnlich. Letzterer, in deutschen Sammlungen sehr verbreitet, bildet 1—2‴ lange Oblongsäulen mit Geradendfläche, die häufig etwas bauchig wird. Die schmale Fläche der Oblongsäule glatt und schön, die breite aber garbenförmig aufgeblättert, ihr entspricht ein nicht sonderlich deutlicher Blätterbruch. Die Kanten der Oblongsäule durch eine rhombische Säule von 90° 40′ abgestumpft. Man will auch Zwillinge, wie beim Kreuzstein gefunden haben, woran das eine Individuum seine schmale Seite hinlegt, wo das andere die breite hat. Vor dem Löthrohr blättert er sich stark auf, und enthält 12 $\dot{C}a$ neben 6,5 $\dot{N}a$. Einstimmig wird Thomsonit,

welchen Brooke in den schönsten faserzeolithischen Varietäten im Mandelstein der Kilpatrikhügel bei Dumbarton im südwestlichen Schottland fand, für das gleiche Mineral gehalten. $\dot{C}a\,\ddot{A}l\,\dddot{S}i^2\,\dot{H}^2$. In der vesuvischen Lava zierliche Oblongtafeln. Wenn dieser feinfaserig bis dicht wird, so hat man dafür den alten orpheischen Namen Galactit hervorgezogen, der im Wasser geschliffen Milch gab (Jahrb. 1856. 443).

Optisch steht beim Comptonit die + Mittellinie senkrecht auf dem Blätterbruch, die Axenebene fällt mit a b zusammen. Durchsichtige Krystallchen von der Größe einer Löthrohrprobe lassen sich daran sofort unterscheiden. Beim Mesotyp ist nach Descloizeaux die Mittellinie auch +, fällt aber mit Axe c zusammen, und a c ist Axenebene. Scolecit ist —, Axenebene eine Schiefendfläche, welche mit c etwa 12° macht. Beim Mesolith verhindern eigenthümliche Zwillingsdurchwachsungen das Bestimmen der optischen Axen.

2. Strahlzeolith.

Die 2gliedrigen excentrischen Strahlen haben einen ausgezeichneten Längsblätterbruch, bleiben breiter und werden daher nicht so fasrig, als der vorige. Neigung zu strahligen Ablagerungen, was der eigentliche Blätterzeolith, mit dem er so oft verwechselt wird, nicht hat. Hauy nannte ihn dodekaedrischen **Stilbit** (στίλβος glänzend), weil das 2gliedrige Dodekaeder vorherrscht: denkt man sich nämlich das Granatoeder nach einer seiner drei rechtwinkligen Säulen in die Länge gezogen und breit tafelartig werdend, so hat man die richtige Vorstellung der gewöhnlichsten Krystalle. Oblongsäule wird ganz dünnblättrig und hat stets auf der breiten Fläche ihren deutlichen Blätterbruch M mit starkem Perlmutterglanz, die schmale Fläche T mit Glasglanz blättert sich garbenförmig auf, einzelne Krystalle, namentlich auf den Erzgängen von Andreasberg, in den Mandelsteinen von Island ꝛc., gleichen dann Bündeln, worauf der Breithaupt'sche Name Desmin (δεσμίς Bündel) anspielt. Wenn die Krystalle durch Wasserverlust matt werden, so beginnt die Mattigkeit vom Blätterbruch aus, denn bei den Andreasbergern sieht man auf der Mitte der schmalen Oblongsäulenfläche T einen dunkeln glasigen Streifen, der seine Durchsichtigkeit noch bewahrt hat. Auch vor dem Löthrohr geschieht das Blättern immer garbenförmig, wobei der Blätterbruch unverkennbar eine Rolle spielt. Trotz der dicken Köpfe kann man am Oberende der Säule immer noch das Oktaeder r erkennen, die seitlichen Endkanten messen 114°, die andern über dem blättrigen Bruche 119° 15' (Brooke Edinb. Phil. Journ. VI. 114). Das gäbe die Axen a : b = 1,2285 : 1,3232. Oftmals findet sich die Geradendfläche c : ∞a : ∞b, dagegen die Säulenflächen a : b : ∞c (94° 15') selten. Flußspathhärte 4, also entschieden weicher als der Faserzeolith, dagegen ebenfalls so schwer, Gew. 2,2. Axe c — optische Mittellinie, der blättrige Bruch Axenebene. Vor dem Löthrohr blättert er sich stark



auf, krümmt sich wurmförmig und viel stärker als Scolecit. Berzelius gab ihm die Formel

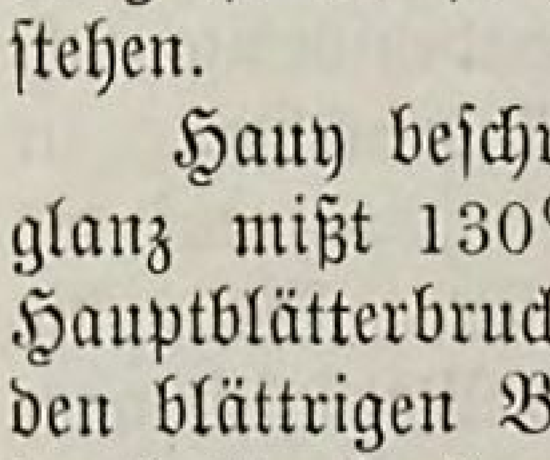
$$\dot{Ca}\,\ddot{Si} + \ddot{Al}\,\ddot{Si}^3 + 6\,aq = 60\,\ddot{Si},\ 17\,\ddot{Al},\ 9\,\dot{Ca},\ 17\,\dot{H},$$

nach neuern soll etwas Wasser basisch sein $\dot{H}^2\,\dot{Ca}\,\ddot{Al}\,\ddot{Si}^4 + 4\,aq$. In Salzsäure wird Kieselerde als schleimiges Pulver ausgeschieden. Mit Faserzeolith zusammen. Ungewöhnlich ist ein Vorkommen auf Bergkrystall und Adular mit Chlorit am St. Gotthardt. In Masse auf den Krystallflächen des Isländischen Doppelspathes, in den sie förmliche Löcher bohren. Foresit Jahrb. 1874. 518, welcher Turmalin, Strahlzeolith rc. mit weiß überrindet, 2,4 Gew. soll mit letzterm isomorph sein. Puflerit vom Pufler an der Seisseralp (Jahrb. 1859. 77) ist chemisch und optisch Strahlzeolith.

3. Blätterzeolith Wr.

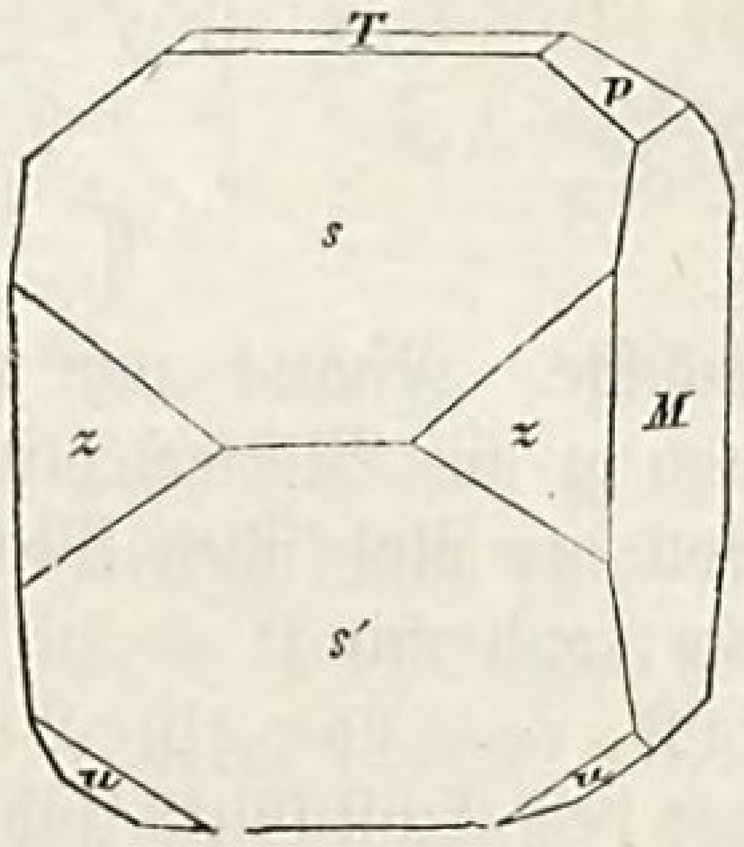
Noch stärker blättrig als Strahlzeolith, gruppirt sich aber nur körnig, was ihn leicht unterscheiden läßt. Man wird durch den ausgezeichneten Perlmutterglanz an Glimmer erinnert, Werner konnte daher keinen bessern Namen wählen. Man hat ihn deßhalb auch wohl Euzeolith, Eustilbit genannt, was wenigstens mehr bezeichnet als der Englische **Heulandit** (Brooke Edinb. Phil. Journ. VI. 113). Hauy nannte ihn Stilbite anamorphique rc., und wegen des stärksten Perlmutterglanzes, der überhaupt bei Zeolithen vorkommt, hat man sich in Deutschland daran gewöhnt, ihn vorzugsweise unter Stilbit (Glänzer) zu verstehen (G. Rose, Naumann, Hausmann), während man in Frankreich und England umgekehrt den Strahlzeolith so heißt (Dufrénoy, Phillips). Diese Namenverwirrung ist um so störender, je näher sich beide chemisch und physikalisch stehen.

Hauy beschreibt ihn 2gliedrig: geschobene Säule s/s' mit Glasglanz mißt 130° in der vordern stumpfen Kante; Geradendfläche M Hauptblätterbruch; die vordere stumpfe Ecke durch ein Paar z, welche den blättrigen Bruch unter 112° schneiden, und die scharfe Säulenkante durch T abgestumpft. Diese einfachen Krystalle mit s M T z kommen nach der Säule s langgezogen ausgezeichnet auf den Andreasberger Erzgängen vor. Die bekannten ziegelrothen vom Fassathal, durch Blättchen von Eisenglanz gefärbt sind tafelartig, da sich der blättrige Bruch sehr ausdehnt, allein es gesellt sich noch ein drittes Paar p



dazu, welches mit z und s parallele Kanten bildet. Daher sind s z p drei zugehörige Paare s = a : b : ∞c, z = a : c : ∞b und p = b : c : ∞a ein zweigliedriges Dodekaeder, an welchem M und T je eine oktaedrische Ecke in c und b abstumpfen, nur die Ecke a zeigt sich nie abgestumpft. So weit wäre die Ordnung der Flächen durchaus zweigliedrig. Nun kommt aber bei Isländischen Exemplaren eine Fläche u = c : $\frac{1}{2}$b : a vor; sie stumpft die Kante p/s ab, und läßt sich zuweilen auch deutlich durch die Zone T/z verfolgen. Man findet sie an Tausenden

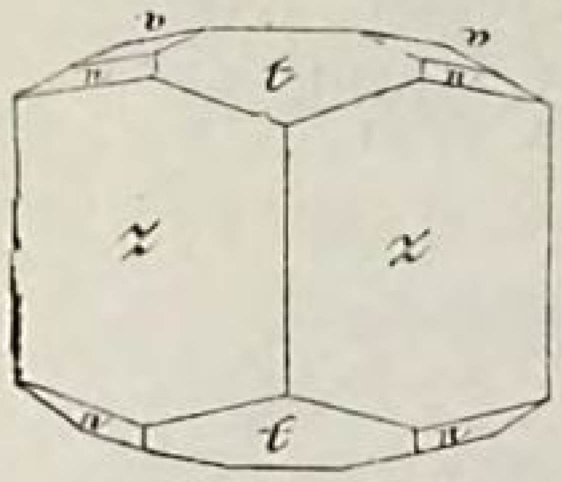
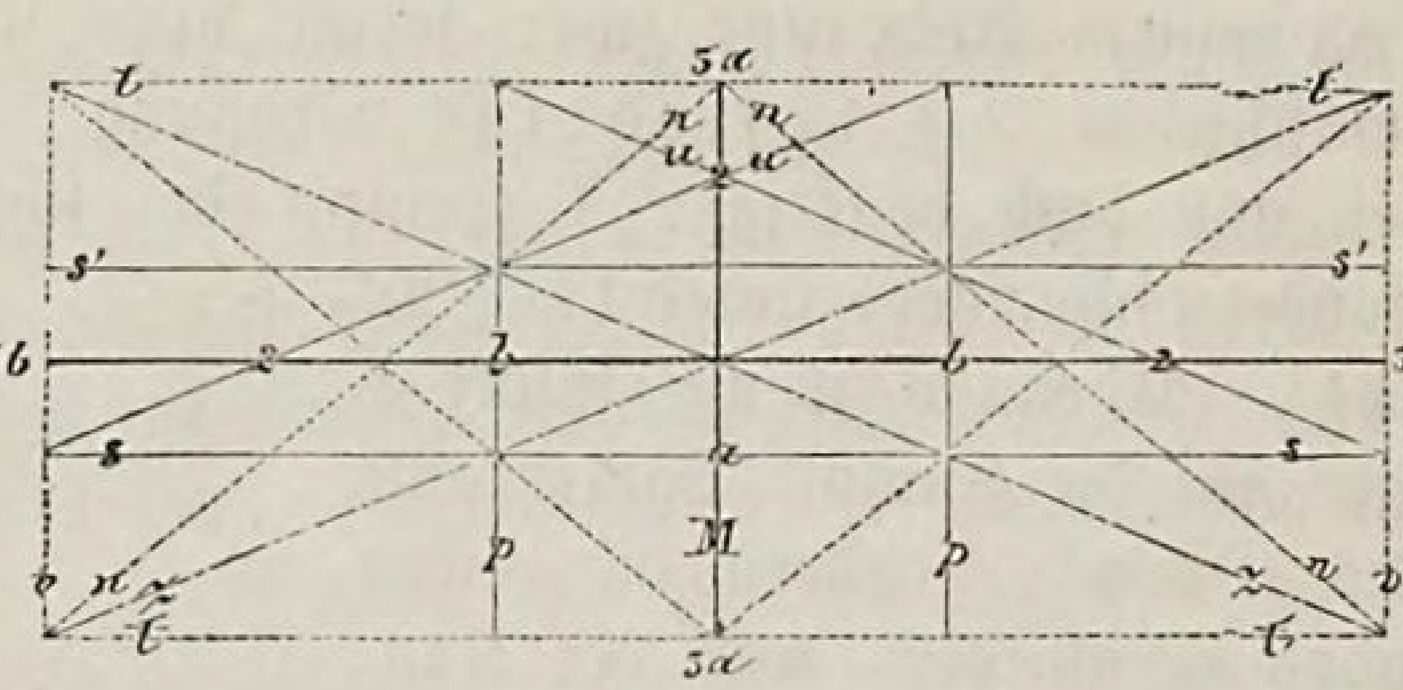
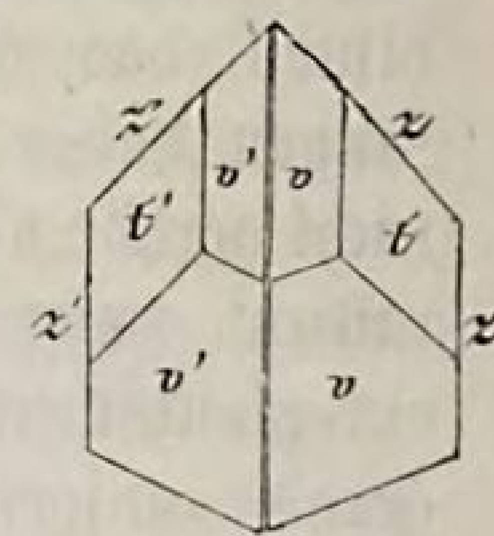
aber stets nur an einem Ende und zwar wenn vorn links, so rechts hinten, das ist entschieden 2 + 1 gliedrige Ordnung. Scharfe Messungen haben dieß nun auch bestätigt: T stumpft die scharfe Kante s/s' nicht gerade ab, sondern schneidet s unter 116° 20' und s' unter 114°. Eben so wenig bildet z ein gleichschenkliges auf die stumpfe Säulenkante gerade aufgesetztes Dreieck, sondern die beiden Schenkel sind etwas verschieden, weil der Kantenwinkel mit s (148°) etwas anders ist als mit s' (146° 30'). Daher, wie Epidot, gewendet 2 + 1gliedrig. Wir müssen das Paar z = a : b : ∞c zur Säule (136° 4') nehmen, dann stumpft der blättrige Bruch M = b : ∞a die scharfe Säulenkante gerade ab; s = a : ∞b vorn macht 24° 54' und s' = a' : ∞b hinten 25° 26' gegen die Axe c, daher



a : b : k = 0,4698 : 1,1643 : 0,0529.

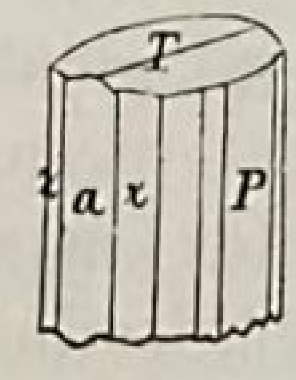
Der stumpfe Winkel der Axen a/c beträgt vorn 91° 25'; p = b : ∞a und das Augitartige Paar u = 2a' : 2b. Härte = 4 und Gew. 2,2 stimmen vollkommen mit Strahlzeolith. Blättchen von den Faröer Inseln zeigen mikroskopische Bergkrystalle eingesprengt (Jahrb. 1872. 52). Auch die chemische Zusammensetzung sollte ehemals nach Rammelsberg (Pogg. Ann. 110. 525) die gleiche sein: $\dot{C}a\ \ddot{S}i + \ddot{A}l\ \ddot{S}i^3 + 6\ \dot{H}$, jetzt geht man wieder auf die 5 Atome $\dot{H}$ zurück, und schreibt $\dot{H}^2\ \dot{C}a\ \ddot{A}l\ \ddot{S}i^4 + 3$ aq, so daß ein kleiner Unterschied vom Strahlzeolith bliebe. Spaltet man ein durchsichtiges Blättchen ab, so erscheinen im Polarisationsmikroskop Lemniscaten, denn T ist die Ebene der optischen Axen, die — Mittellinie fällt mit Axe b zusammen, steht also senkrecht auf dem Blätterbruch M. Die rothen Blättchen im Basalt von Sasbach am Kaiserstuhl erinnern zwar an Fassaer Blätterzeolith, sind aber aus Hyalosiderit entstanden (Jahrb. 1865. 445).

Epistilbit (G. Rose Pogg. Ann. VI. 183) aus den Mandelsteinen vom Ufer des Berufiord am Fuße des Bulandstint, der Faröer Inseln und vom Finkenhübel bei Glatz (Zeitschr. d. geol. Ges. 1869. 100) mit Blätterzeolith in ein und demselben Blasenraume. Es könnten dieß wohl Blätterzeolithkrystalle sein, welche sich nach der Säule z/z ausgedehnt haben. G. Rose gibt z/z = 135° 10', was von Brooke nur 20' abweicht, der erste Blätterbruch stumpft auch hier die scharfe Kante ab. Allein das Ende der Säule wird bestimmt 2gliedrig beschrieben: ein Paar t = a : ∞b auf die stumpfe Kante, und ein anderes v = b : ∞a auf die scharfe Kante aufgesetzt, und dann noch ein Oktaeder n = a : ½b aus der Diagonalzone des vordern Paares. Einfache Krystalle selten, gewöhnlich Zwillinge, welche wie beim Weißbleierz die Fläche z gemein haben und umgekehrt liegen. Das ist zwar sehr ungewöhnlich, allein die Winkel der Endflächen passen zu gut, als daß man die Vereinigung läugnen

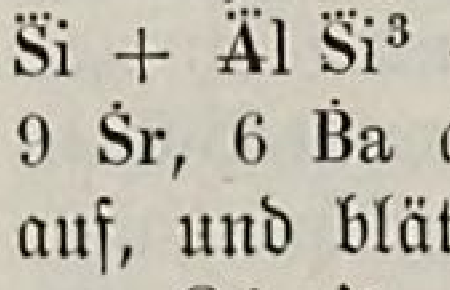
möchte. Nimmt man nämlich v = 3b : ∞a als die dreifach stumpfere von p am Blätterzeolith, so gibt das einen Winkel v/o = 147° 2′, der von der Rose'schen Messung nur um 38′ abweicht. Ebenso gibt t = 3a : ∞b mit t′ = 3a′ : ∞b einen Winkel von 108.21, den Rose 109.46 fand, n = 3a : $\frac{3}{2}$b. Vorstehende Projection zeigt uns alle diese Flächen, die des Epistilbits sind punktirt. Die chemische Formel ist genau die gleiche $(\dot{C}a, \dot{N}a) \ddot{S}i + \ddot{A}l \ddot{S}^3 + 5 \dot{H}$, zeichnet sich nur durch etwas $\dot{N}a$ aus, aber die Ebene der optischen Axen liegt im blättrigen Bruch, und nicht senkrecht dagegen. Sartorius (Pogg. Ann. 99. 170) nennt noch einen Parastilbit von Island, Mallet einen zuckerkörnigen Hypostilbit von Skye, Beudant die kleinen Zeolithkugeln von den Faröerinseln Sphaerostilbit.

Brewsterit (Brooke Edinb. Phil. Journ. IV. 112) 2 + 1gliedrig von Strontian im westlichen Schottland. Hat ein Comptonit-artiges



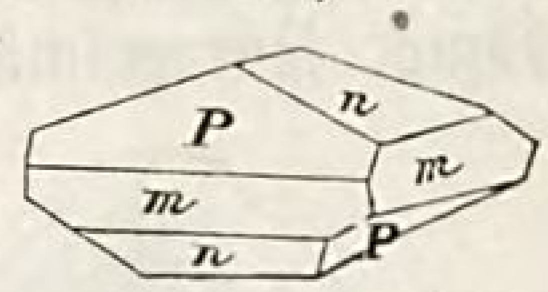
Ansehen, allein es ist ein ausgezeichneter Blätterbruch P da, so deutlich als beim Strahlzeolith, mit einem blaulichen Lichtschein. Gespaltene Blättchen zeigen Lemniscaten, daher steht die Ebene der optischen Axen senkrecht gegen P und Axe b ist die Mittellinie. Brooke gab vielerlei Säulenflächen an, deren scharfe Kanten durch den Blätterbruch 010 gerade abgestumpft werden, und deren stumpfe durch a 100. Hauptsäule z/z 136°. Eine Endfläche, etwa so schief wie T, ist nach ihrer Diagonale unter einem Winkel von 172° geknickt, aber sie neigt sich oft zum bauchigen Ansehen. Im Ganzen dürfte das Krystallsystem nicht wesentlich vom Blätterzeolith abweichen. Dafür scheint auch die chemische Formel zu sprechen $(\dot{S}r, \dot{B}a) \ddot{S}i + \ddot{A}l \ddot{S}i^3 + 5 \dot{H}$ (G. Rose Kryst. Chem. Miner. pag. 40), Thomson gibt 9 $\dot{S}r$, 6 $\dot{B}a$ an, und nur 0,8 $\dot{C}a$. Er bläht sich vor dem Löthrohr stark auf, und blättert dabei nach der Richtung des Hauptblätterbruchs.

Lévy's gelblicher Beaumontit (Inst. 1839. 455) mit Haydenit zu-



sammen in Baltimore vorkommend, scheint ein Blätterzeolith, wofür auch das optische Verhalten spricht. Zwar wird er als ein stumpfes Quadratoktaeder von 147° 28 in den Endkanten beschrieben, dessen Seitenkanten durch die erste quadratische Säule a : a : ∞c abgestumpft würden, allein es wird auffallender Weise hinzugesetzt, daß die eine Säulenfläche viel blättriger sei, als die andere. Wenn man nun bedenkt, wie nahe die Winkel des Blätterzeolith's z/s = 148° und z/s′ = 146° 30′ jenem Oktaeder-

winkel stehen, so ließe sich der Irrthum leicht erklären. Die zierlich kleinen Krystalle sind um und um ausgebildet, was die Täuschung noch vermehrt. Hier steht auch Haidingers Edingtonit (Pogg. Ann. V. 193) aus dem Mandelstein der Kilpatrikhügel bei Dumbarton in Schottland. Kaum 2''' große Krystalle liegen auf Thomsonit pag. 404. Auf einer blättrigen quadratischen Säule m = a : a : ∞c erheben sich zweierlei Flächen: P = a : a : c und n = 2a : 2a : c. Man könnte diese als Oblongoktaeder nehmen, und so beschreibt sie auch Descloizeaux. Allein die Messungen geben dann m/P = 133° 34′ und m/n = 115° 26′, daraus folgt a : b = 1,05 : 2,1, b ist also genau 2a. Haidinger nahm daher P als ein viergliedriges Tetraeder vom Oktaeder a : a : c, das wegen der Axe a = 1,05 in den Endkanten 121° 40′ mißt, während dann n das Tetraeder vom zweiten stumpferen Oktaeder 2a : 2a : c sein muß. Die Sache würde ausgemacht sein, wenn das Unterende wirklich die andere Hälfte der Tetraeder zeigen würde, wie das Haidinger beschreibt. Hätte das Oktaeder 120° in den Endkanten, so wäre es das Oktaeder des Granatoeder's und würde dann mit dem regulären System in Verbindung stehen. Nach Heddle (Jahrb. 1856. 38) soll er 26,8 p.C. Baryterde enthalten, mit der ungefügen Formel $\dot{B}a^3\,\dddot{A}l^4\,\dddot{S}i^7\,\dot{H}^{12}$.

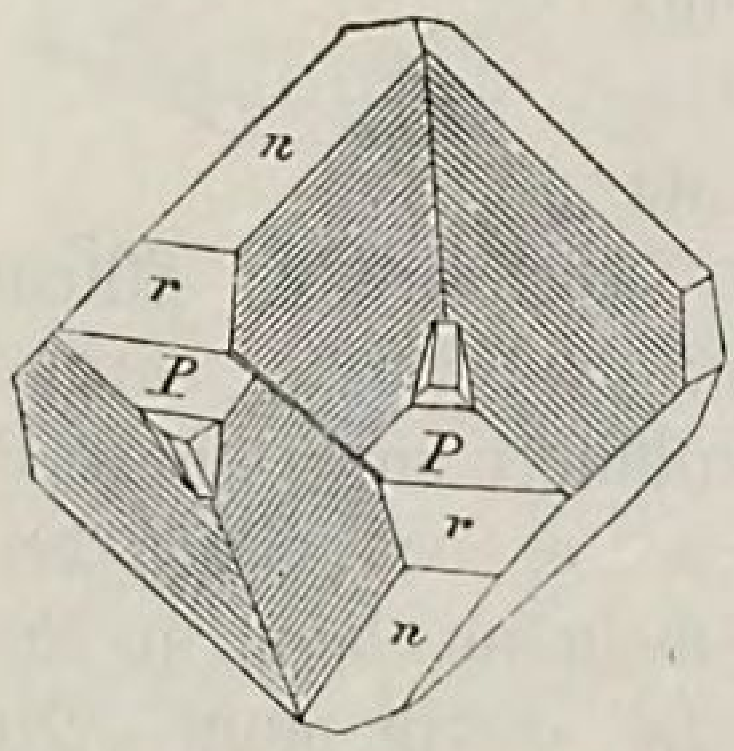


4. Chabasit.

Der Rhomboedrische Zeolith wurde in den Mandelsteinen bei Oberstein von einem Franzosen Bosc d'Antic gefunden und nach dem letztbesungenen Stein des Orpheus (χαβασιον) genannt. Dr. Tamnau (Leonhard's Jahrb. 1836. 635) lieferte eine Monographie, die von seiner großen Verbreitung zeugt. Das wenig blättrige Rhomboeder 94° 46′ in den Endkanten gibt a = 0,92083 = $\sqrt{0,84793}$, stimmt fast mit Quarz pag. 222. Kleine wasserklare Krystalle kommen in porösen Laven von Sicilien vor, man kann die einfachen Rhomboeder leicht für Würfel halten, daher auch der Name Cuboicit. Die größten von 2″ Breite stecken in Blasenräumen des Basaltes von Dembio bei Oppeln. Zu Oberstein und Rübendörfel bei Aussig in Böhmen, wo Krystalle in Menge Drusen eines Klingsteintuffs erfüllen, ist noch das nächste stumpfere und nächste schärfere Rhomboeder, die schöne Hauy'sche Trirhomboidale Varietät mit P = a : a : ∞a, n = 2a′ : 2a′ : ∞a und r = $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{2}$a : ∞a. Höchst selten sind die Seitenkanten des Rhomboeders durch die 2te Säule ∞c : 2a : a : 2a abgestumpft. Auch Dreiunddreikantner erscheinen ungewöhnlich, doch kannte schon Hauy B^4 = x = $\frac{1}{4}$c : a : $\frac{1}{5}$a : $\frac{1}{4}$a; Tamnau Böhmische mit o = $\frac{1}{4}$c : a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$a und vom Westerwalde mit einem Dihexaeder t = $\frac{1}{3}$c : a : $\frac{1}{2}$a : a. Alle liegen in der Endkantenzone des Rhomboeders. Bei den Krystallen von Oberstein zeigen die Rhomboederflächen eine ausgezeichnete Federstreifung, die einen sehr stumpfwinkligen Dreikantner andeutet. Phillips maß einen stumpfen Winkel von 173° 46′ an Krystallen

von Giants Causeway in Nordirland, das entspräche ungefähr einem Dreikantner $B^{12} = \frac{1}{13}c : a : \frac{1}{12}a : \frac{1}{11}a$ (173^0 14′).

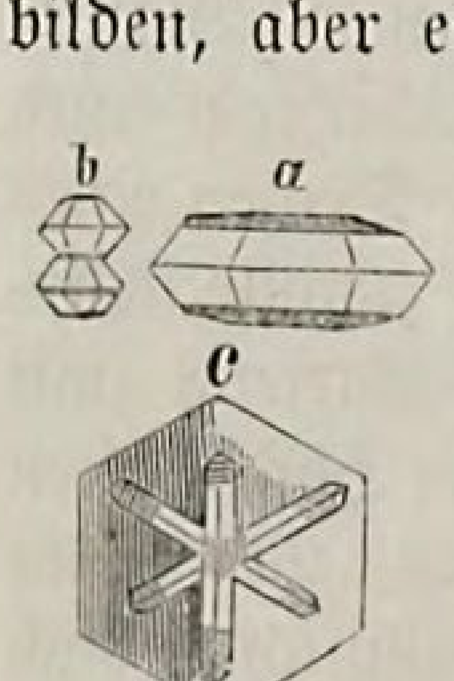
Zwillinge die Axe c gemein und um 60^0 im Azimuth verdreht kommen ganz gewöhnlich vor. Beide Individuen durchwachsen sich in größter Unregelmäßigkeit, gewöhnlich sticht aus der Fläche des einen



die Seitenecke des andern hervor, dessen Kanten wie 2 : 1 geschnitten werden, d. h. nennen wir die Stücke der beiden scharfen Kanten 1, so ist die Länge der stumpfen doppelt so groß. In Mengen aber gewöhnlich klein zu Oberstein und am Milleschauer im Böhmischen Mittelgebirge. Im Uebrigen ein ausgezeichneter Zeolith mit reichlich Flußspathhärte = 4 und Gew. 2,2.

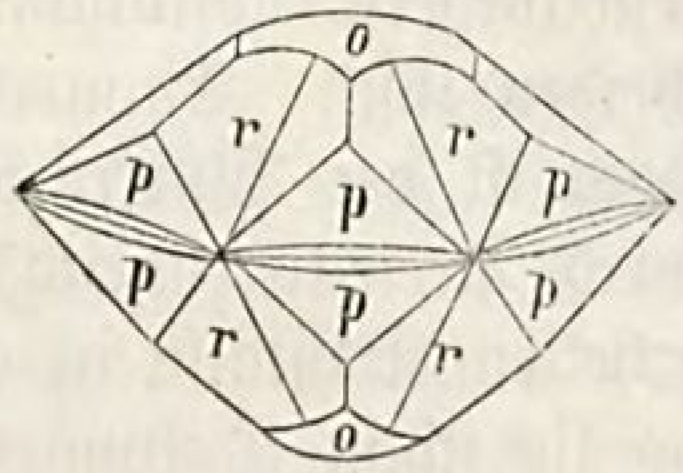
Vor dem Löthrohr bläht er sich äußerst wenig, vielleicht weil es ihm an deutlichem Blätterbruch fehlt. Gepulvert mit Salzsäure übergossen gelatinirt die Kieselerde nicht. Ueber seine chemische Formel ist man noch nicht ganz einig, ich wähle die einfachere $\dot{C}a \ddot{S}i + \dddot{A}l \ddot{S}i^2 + 6 \dot{H}$, mit etwa 50 $\ddot{S}i$, 17 $\dddot{A}l$, 10 $\dot{C}a$, gewöhnlich enthalten sie auch etwas $\dot{N}a$ und $\dot{K}a$, was die Kalkerde in der Formel ersetzt. Rammelsberg (Zeitschr. deutsche geol. Ges. 1869. 91) möchte, um ein Bisilicat zu bekommen, ihm etwas basisches Wasser zutheilen, $(\dot{H}, \dot{K}) \dot{C}a \dddot{A}l \ddot{S}i^5 + 6$ aq. Die rothen von Neuschottland sind sehr unrein. Bei Plombières hat er sich im Römischen Mauerwerk gebildet.

Phakolith Breith. (Linsenstein, φακός), aus den Basalten von Leipa und Lobositz in Böhmen, bildet kleine linsenförmige Zwillinge, die aber so wirr sind, daß sie sich kaum entziffern lassen. Nach Descloizeaux (Manuel Minér. I. 408. Fig. 192) erinnern sie an die Trirhomboidale Varietät. Hat sonst auch ganz das Aussehen normalen Chabasits. Doch gibt Rammelsberg's Analyse $2 \dot{R} \ddot{S}i + \dddot{A}l^2 \ddot{S}i^3 + 10 \dot{H}$, was kaum abweicht, daher wird er auch mit Recht für Chabasit gehalten. Diese Zusammensetzung nähert ihn dem Levyn von den Faröer Inseln, die ebenfalls Zwillinge bilden, aber eine ausgezeichnete Geradendfläche haben. Von ganz vor-



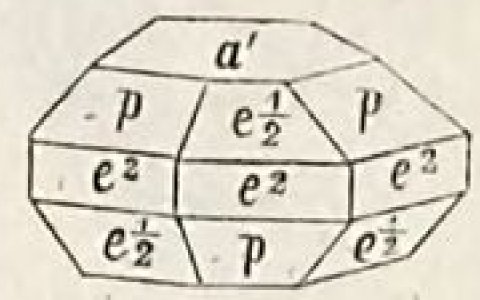
züglicher Schönheit kommt Phakolith in Drusenräumen eines feinkörnigen Basaltes zu Richmond bei Melbourne vor. H. Ulrich (Contributions on the Mineralogy of Victoria 1870. 26) hat sie vortrefflich beschrieben, und mehreren Europäischen Sammlungen davon reichlich mitgetheilt. Am einfachsten sind die sechsseitigen Täfelchen a, welche sich oben flach wölben und seitlich eine Kante zeigen, zum Zeichen, daß sie dihexaedrische Tafeln sind, die uns nur wegen der Kleinheit öfter entgehen. Ein Plättchen zeigt schon für sich im Polarisationsmikroskop ein mattes dunkeles Kreuz, nimmt man durch einen Schliff die Endwölbung weg, so wird das Kreuz noch deutlicher. Wir haben also einfache Dihexaeder vor uns, deren Wölbung selbst unter dem Mikroskop ganz gleichförmig die Linsengestalt einleitet. Ein anderes

Vorkommen b zeigt, wie sich zwei solcher etwas anders aussehender Plättchen aufeinander legen, und ein Sanduhrförmiges Aussehen annehmen. Ja wieder andere zum Theil größere Tafeln c setzen sich schief aneinander, so daß man anfangs an Zwillingsbildung denkt, allein die Sachen entwickeln sich dann zu wirren Haufen, worin man keine Regel zu finden vermag. Einspringende Winkel und Knicke zeigen sich selbst bei den größern Krystallen, doch meine ich auch diese eher für **sechsgliedrig** als für Rhomboederzwillinge nehmen zu sollen: wir hätten dann ein Dihexaeder p = a : a : ∞a : c mit etwa 134° in den Seitenkanten, sie glänzen und zeigen nur unregelmäßige Knicke. Das zweite Dihexaeder r ist matt und bauchig, gleichsam ein Uebergang zur obern völlig gerundeten Linsenfläche o.



Ulrich nannte die Krystalle zwar Herschelit, allein der größere Kalkgehalt 7 $\dot{C}a$ bei 5,5 $\dot{N}a$ und 0,9 $\dot{K}a$ bestimmte ihn, es dem Phacolit von Leipa zur Seite zu stellen, und mit Recht nennt es H. v. Rath (Monatsb. Berl. Akad. 1875. 531) „das herrlichste Vorkommen dieses seltenen Minerals", das zum Seebachit (Göttinger Gel. Anz. 1872. 309) Anlaß gab.

Gmelinit (Jahrb. 1833. 198, Leman's Hydrolith, Thomson's Sarkolith) aus dem Mandelstein im Vicentinischen, später von Glenarm in Nordirland, von fleischrother Farbe, bildet reguläre sechsseitige Säulen mit Geradendfläche, deren Endkanten durch ein Dihexaeder von 80° 54′ in den Seitenkanten abgestumpft werden. Die kleinen Krystalle liegen gewöhnlich durcheinander, wobei die schmale sechsseitige Säule e^2 am deutlichsten auftritt. Nach Descloizeaux sind es zwei Rhomboeder p = a : a : c und $e\frac{1}{2}$ = a′ : a′ : 2c. Breithaupt fand sogar nur 79° 44′ also a = 1,3826 genau gleich $\frac{2}{3}$a : $\frac{2}{3}$a vom Chabasit. Nach G. Rose soll ein sehr deutlicher Blätterbruch parallel der 6seitigen Säule gehen, was beim Chabasit nicht der Fall ist. Dagegen stimmt die Analyse von Rammelsberg, nur daß er blos 3,9 $\dot{C}a$, dagegen 7,1 $\dot{N}a$, und 1,8 $\dot{K}$ hat.



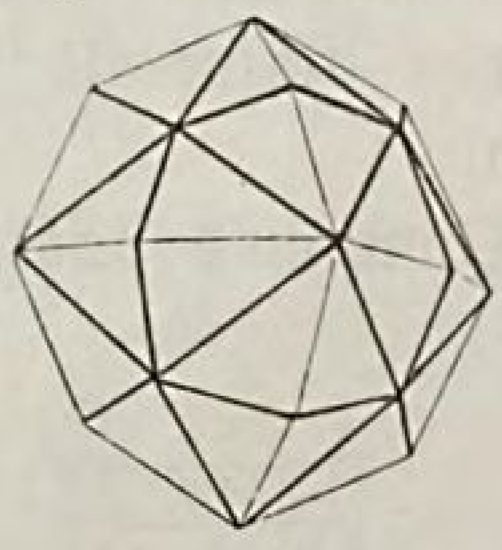
Herschelit Lévy (Ann. of phil. X. 361) aus alten Laven von Aci Castello am Aetna, gleicht nach Damour's Analyse (Ann. Chim. et Phys. 3 sér. XIV. 97) dem Gmelinit, ($\dot{N}a$, $\dot{K}$, $\dot{C}a$) $\ddot{A}l$ $\dddot{S}i^4$ $\dot{H}^5$ mit 8,3 $\dot{N}a$, 4,4 $\dot{K}$, 0,3 $\dot{C}a$. Es sind kleine weiße blättrig-sechsseitige Tafeln, die sich gern kugelförmig gruppiren. Lévy maß eine dihexaedrische Endkante von 124° 45′. Härte 4—5, Gew. 2,1. Cleaveland's Haydenit aus dem Gneis von Baltimore stimmt nach Dana mit Chabasit. Die spatheisenfarbigen Rhomboeder sollen aber nach Lévy einen Winkel von 98° 22′ und zwei von 95° 5′ haben, also Hendyoeder sein.

5. Analcim Hy.

Ἄναλκις kraftlos, weil er durch Reiben nur schwach elektrisch wird. Kubizit Wr. Reguläres Krystallsystem vorherrschend das Leucitoeder

a : a : ½a, besonders ausgezeichnet in den augitischen Mandelsteinen des Fassathales (Seisser Alp), wo Krystalle von mehr als Faustgröße vorkommen. Wenn die Leucitoeder in vulkanischen Gesteinen eingesprengt sind, muß man sich vor Verwechselung mit Leucit hüten. Gewöhnlich kommt aber noch die Würfelfläche vor, welche die vierkantigen Ecken des Leucitoeders abstumpft und sich leicht an ihren rechten Winkeln unterscheiden läßt. Emmerling nannte daher das Mineral Würfelzeolith. Doch ist der Würfel kaum selbstständig zu finden, immer sind seine Ecken durch Dreiecke zugeschärft. Besonders schön in dieser Beziehung die wasserhellen Krystalle in alten Laven der Cyclopischen Inseln bei Catania, wo sie schon Dolomieu sammelte, oder in den Mandelsteinen von Montecchio-Maggiore bei Vicenza. Sie kommen im Gegensatz zum Leucit nicht eingesprengt sondern in Drusen vor, daher zeigen z. B. die Cyclopischen alle eine Ansatzstelle.

Die klaren haben die Aufmerksamkeit der Optiker auf sich gezogen. Legt man nämlich durch die Axe und durch 4 Längsdiagonalen eine



Fläche, so geht diese einem Parallelpaare von Granatoederflächen parallel, und die Granatoederebene halbirt den Krystall. 6 solcher Ebenen sind bekanntlich möglich. Parallel diesen Ebenen soll nach Brewster (Edinb. phil. Journ. 10. 265) die brechende und polarisirende Kraft fast Null sein, die gebrochenen Würfelkanten und langen Diagonalen erscheinen daher ganz schwarz. Allein je mehr ich das Auge von diesen Ebenen im Winkel entferne, desto stärker polarisiren und brechen sie doppelt. In der Mitte der gebrochenen Oktaederkanten erscheinen die feinsten Farbentinten. Das wäre eine merkwürdige Ausnahme, Biot's Lamellarpolarisation. Nach Dr. Hirschwald (Tschermak Mineral. Mitth. 1875. 242) läßt sich am Analcim von Zalesl in Böhmen im Polarisationsmikroskop mittelst Einschaltung eines dünnen Gypsblättchens eine granatoedrische Lamellentextur nachweisen. Härte 6, wird kaum noch mit dem Messer angegriffen, deßhalb nannte ihn schon Dolomieu Zéolithe dure; Gew. 2,2.

Vor dem Löthrohr bläht er sich nur wenig auf, wie gewöhnlich bei Zeolithen mit undeutlich blättrigem Bruch. Die Formel

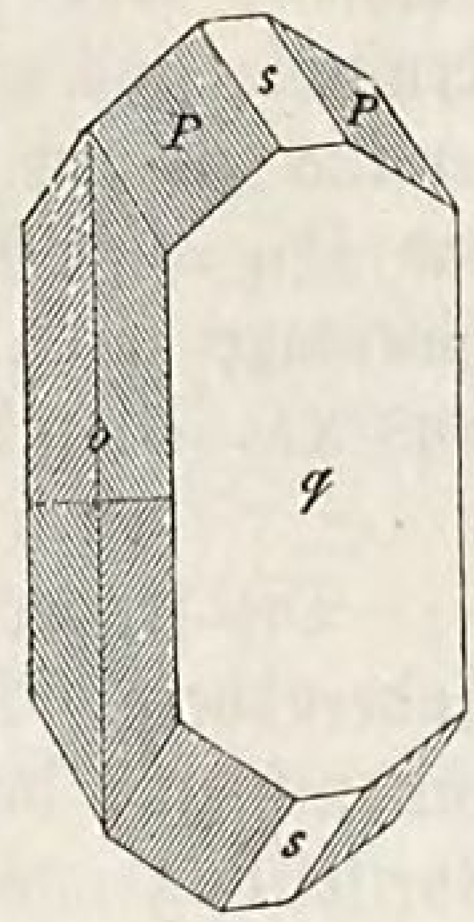
$$\dot{N}a^3 \ddot{A}l^3 \ddot{S}i^8 \dot{H}^6 = \dot{N}a \ddot{A}l \ddot{S}i^4 \dot{H}^2$$

stimmt vortrefflich mit H. Rose's Analyse von Fassathälern: 55,1 $\ddot{S}i$, 23 $\ddot{A}l$, 13,5 $\dot{N}a$, 8,2 $\dot{H}$. Gelatinirt in Säure, während Leucit nur Kieselpulver gibt. In der Gabbro rosso von Toscana kommt ein Magnesiaanalcim vor. Krystalle finden sich auch auf den Silbererzgängen von Andreasberg, in Drusen des Zirkonsyenits, auf Magneteisensteinlagern in Schweden, im Kalkspath des Basaltes von Baranetz bei Alt-Titschein in Mähren. Die braunen von Itschina bei Neu-Titschein sind nach Tschermak mit Kalkspath durchdrungen. Die grünlichen Massen mit ziemlich deutlichem Würfelbruch im Magneteisenerz vom Berge Blagodat im Ural hat Breithaupt zwar Kuboit genannt, sind aber nach G. Rose (Reise Ural

I pag. 347) ausgezeichnete Analcime. Weybie's Eudnophit (Pogg. Ann. 79. 303) mit schönen nebeligen Zeichnungen aus dem Syenit von Lamö im südlichen Norwegen (59 Breite-Grad) ist nicht 2gliedrig, sondern hat Form und Zusammensetzung des Analcim (Jahrb. 1859. 623).

6. Kreuzstein Wr.

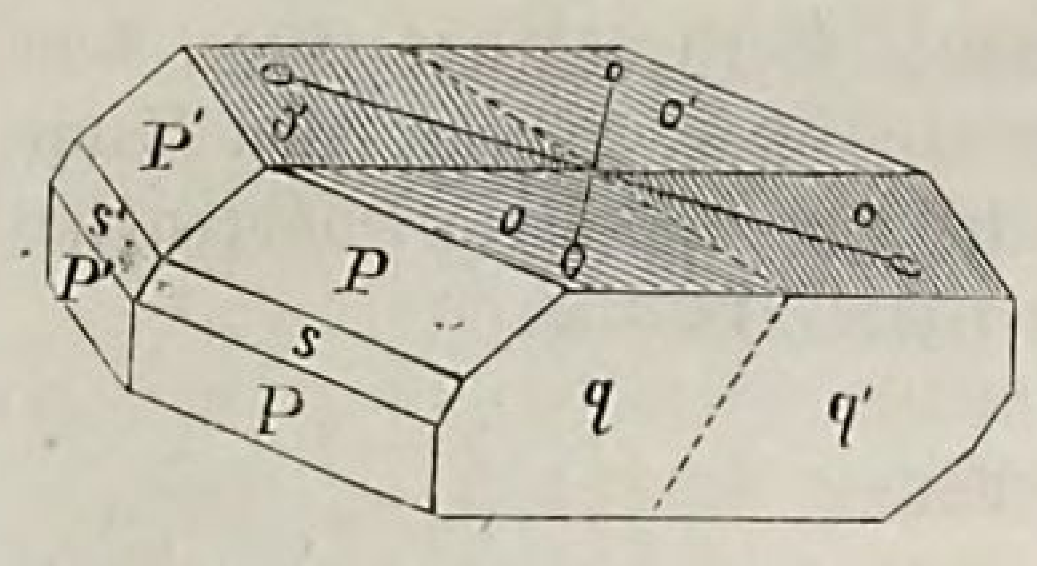
Schon T. Bergman Opusc. II. 1780 pag. 7 Fig. 5 kannte die figura hyacinthica crucis forma. Kreuzkrystallisation von Trebra (Erfahr. im Inn. Geb. 1785. 89). Harmotom (ἁρμός Fuge) was sich parallel der Zwillingsfuge schneiden läßt, denn Hauy (Lehrb. Min. II. 233) hielt sie für einfache viergliedrige Krystalle, doch erkannte Weiß schon den 2gliedrigen Zwilling. R. de l'Isle (Christall. II. 299) nannte die Andreasberger Hyacinthe blanche cruciforme, und Gillot (Journal de Physique, August 1793) zeigte zuerst den Unterschied vom Hyacinth. 1794 schrieb L. v. Buch Beobachtungen über den Kreuzstein und 1831 Köhler über die Naturgeschichte des Kreuzsteins, Schulprogramm. Born hielt ihn noch für Kalkspath.



Krystallform hielt man lange für 2gliedrig: darnach bildeten einfache Krystalle, wie sie sich auf Kalkspath mit Brewsterit zu Strontian finden (Morvenit) ein Granatoeder zu einer Oblongsäule mit aufgesetztem Oktaeder ausgedehnt, wie beim Strahlzeolith. Die Oblongsäule o/q nur wenig blättrig, doch hat die breite q stärkern Perlmutterglanz als die schmale Fläche o, obgleich diese etwas stärker blättrig scheint als jene. Die Endkantenwinkel des Oktaeders P fand Köhler beim Barytkreuzstein über der breiten Säulenfläche q 120° 1', über der schmalen o 121° 27' (Pogg. Ann. 37. 561) das gäbe

$$a : b = 1{,}43 : 1{,}462;\ a^2 = 2{,}045,\ b^2 = 2{,}137.$$

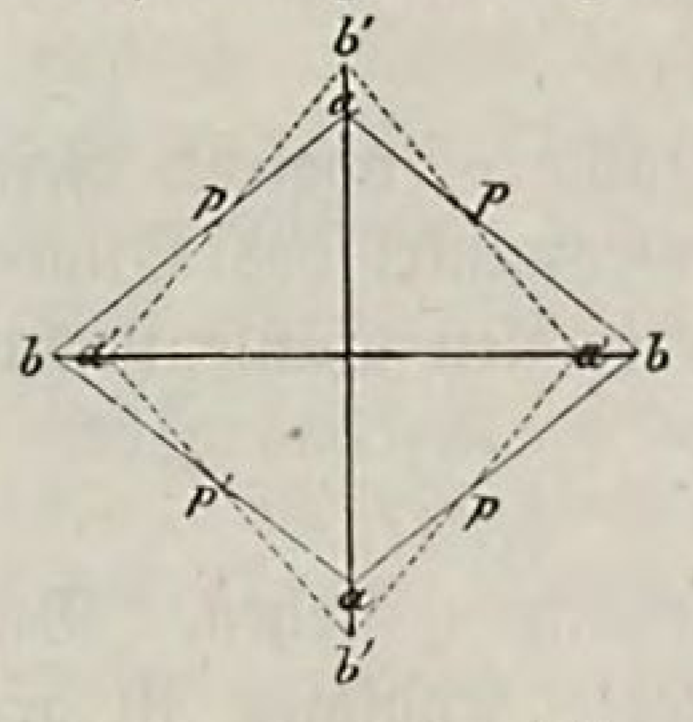
Darnach würde b senkrecht gegen die breite Säulenfläche q stehen. Die scharfe seitliche auf die breite Säulenfläche aufgesetzte Endkante ist gewöhnlich durch s = b : ∞a gerade abgestumpft, die stumpfe vordere dagegen nie. Nach diesem Paare (s/s = 111° 15') richtet sich die Streifung sämmtlicher Flächen: die deutlichste geht parallel der Kante P/s über die Oktaederflächen P und die schmalen Oblongsäulenflächen weg, auf dieser o entsteht daher eine federartige Streifung mit einem Rhombus von 111° 15' in der Mitte. Wenn die breite Säulenfläche Streifung hat, so ist sie horizontal parallel der Axe a. Flächen s sind öfter nach einer deutlichen Linie gebrochen, als wären es Zwillingsartige stumpfe Winkel. Die Schottischen Krystalle stark verzogen, doch findet man die Oblongsäule leicht, weil darauf Neutonianische Farben gut hervortreten, obgleich der blättrige Bruch nicht stark ist. Lévy und Dufrénoy haben die Krystalle daher auch nach der Säule s/s aufrecht gestellt, doch spricht das ganz gegen die bisher übliche Anschauung. Herr Descloizeaux (Manuel Minér. 1862. I. 413) erklärte schon diese scheinbar einfachen Kry-



stalle für **Zwillinge**, weil er darin zwei Ebenen positiver optischer Axen fand, die nach seinen Messungen den stumpfen Winkel q/s = 124° 50′ halbirten. Er hielt daher diese q und s für gleichwerthige Flächen, nahm sie als rhombische Säulen, mit welchen die Oktaederflächen P hemiedrisch aufträten, weil sie über q allgemein fehlten. Später (Manuel II pag. XLI) wurde die richtige Stellung erkannt, die optischen Farben zeigten eine dispersion tournante, wie am Feldspath, und die wirkliche Säule liefern P/P = P′/P′ = 120° 1′, welche wie beim Manebacher Zwilling Fläche q gemein haben, umgekehrt gegen einander liegen, und sich durchwachsen, was dann auch die Streifung auf o vortrefflich erklärt. Die Krystalle sind also **Zweiundeingliedrig**, und bilden ein förmliches Gegenstück zu den Feldspäthen: das Hendyoeder P P q mit P/P = 120° 1′ und P/q = 120° 28′ nähert sich einem Rhomboeder, worin q gegen die Hauptaxe c 55° 10′ geneigt ist. Rammelsberg (Ztschr. deutsch. geol. Ges. 1868 XX. 590) gibt ihm die schiefe Axe

$$a : b : c = 0{,}703 : 1 : 1{,}231, \text{ Axe } a/c = 124^0\ 50'.$$

Die früher als Zwillinge genommenen Krystalle vom Samson bei Andreasberg, Andreasbergit genannt, sind also **Vierlinge**, deren Verständniß uns durch die Adulare leicht wird. Bleiben wir bei der alten Vorstellung von Zwillingen stehen, so kreuzen sich zwei Individuen so,



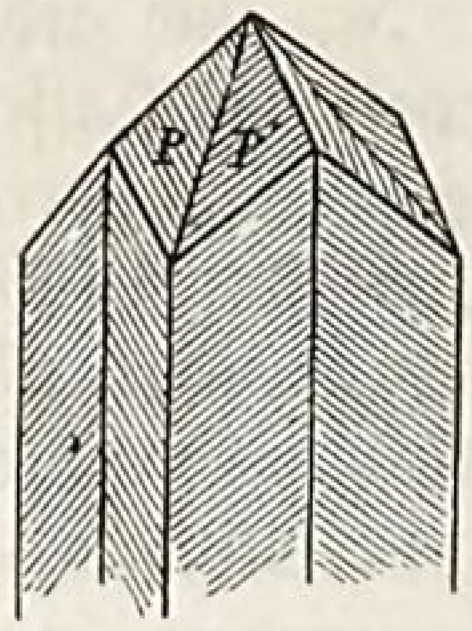
daß das eine seine schmale hinlegt, wo das andere seine breite Fläche hat. Dadurch entsteht ein ausgezeichnetes Kreuz. Da die Säule a : b : ∞c nur 91° 15′ beträgt, so könnte man meinen, sie hätten wie im 2gl. System eine Säulenfläche gemein, und lägen umgekehrt. Spiegelt man die Oktaederflächen im Licht oder in der Sonne, so kommt nie von zwei anliegenden Zwillingsflächen zugleich ein Bild ins Auge, was sein müßte, wenn die Oktaeder viergliedrig wären, wie sie Hauy nahm. Es zeigt sich vielmehr in der Zwillingskante ein ein- oder ausspringender Winkel von 179°.23′ (Phillips maß 178° 45′). Man sieht dieß leicht durch eine kleine Projection ein, worin a : b das eine, und a′ : b′ das andere Oktaeder bezeichnet, beide schneiden sich in p. Der Zonenpunkt

$$p = \frac{1}{\frac{1}{a}+\frac{1}{b}} = \frac{ab}{a+b},\ \mu = \frac{1}{a},\ \nu = \frac{1}{b};$$

dieß in die Winkelformel der Kantenzone des regulären Systems pag. 59 gesetzt, gibt

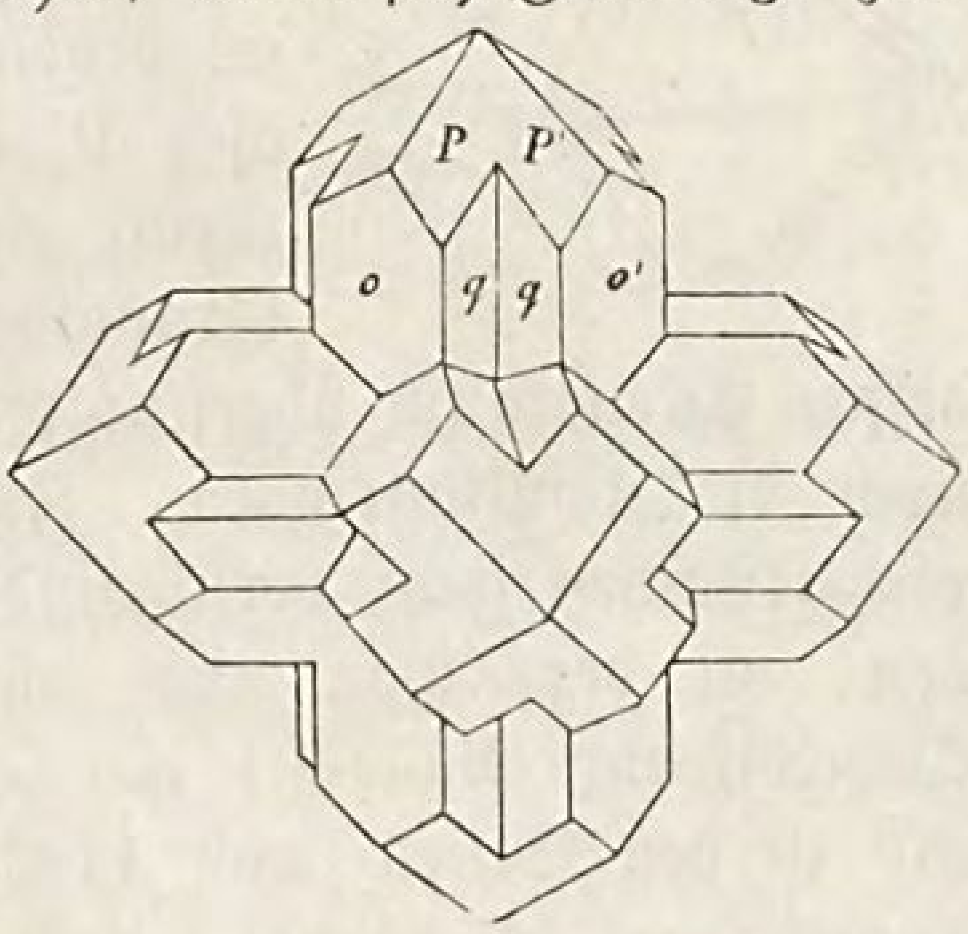
$$tg = \sqrt{a^2+b^2+2ab+2a^2b^2} : b-a = 89^0\ 34'\ 12''$$

Der einspringende Winkel häufig auf der angewachsenen Seite. Füllen



die Fugen der gekreuzten Säulen sich aus, so entsteht ein scheinbar einfacher Krystall mit Federstreifung auf den Oktaederflächen: wir haben eine quadratische Säule mit einem sehr stumpfwinkligen 4+4kantner, wenn die ausspringenden Winkel zum Vorschein kommen. Uebrigens sind diese kleinen Winkelunterschiede durch Streifung so versteckt, daß man noch gegründete Zweifel haben kann, ob die Form des einfachen Krystalls nicht doch ein Granatoeder sei, dessen Flächen P o q nur unbeschadet der Winkel physikalisch different geworden sind, und die nun ein Bestreben zeigen, durch den Zwilling diese Differenz wieder auszugleichen.

Vierlinge und Sechslinge entstehen, wenn sich Zwillinge zwei oder dreifach rechtwinklig wie das Axenkreuz untereinander kreuzen, die P so gestellt, daß je zwei möglichst einspiegeln. Beim Sechsling (**Zwölfling** nach der neuern Anschauung) sind dann auf diese Weise die Differenzen vollkommen wieder ausgeglichen. Würden sich die Fugen ausfüllen, so entstände ein vollkommenes Granatoeder, woran jede Fläche blos einen stumpfen Knick nach den beiden Diagonalen zeigte, wie dies Streng (Jahrb. 1875. 594) vom Stempel bei Marburg abbildet. So sehen wir, wie aus einer zwei- und eingliedrigen Ordnung die reguläre durch Vermehrung der Zwillinge hergestellt werden kann. Vorstehenden schönen Zwölfling bildet Köhler von Andreasberg ab. Weiß, Abh. Berl. Akad. 1831. pag. 328.

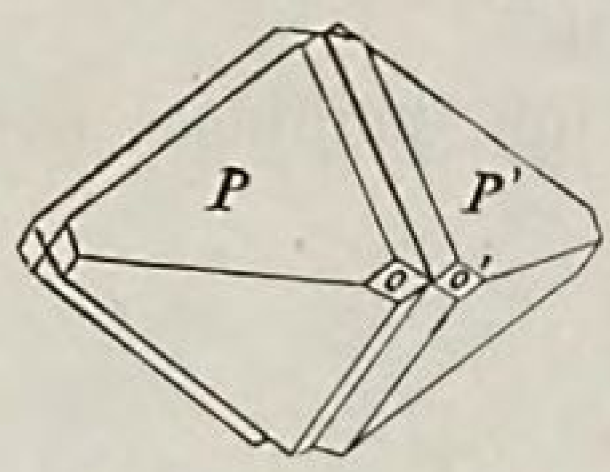


Farblos oder schneeweiß, zuweilen auch blaß rosenroth, wie das neuere Vorkommen zu Andreasberg, Härte zwischen Flußspath und Apatit (4,5). Gewicht 2,4 bei dem Barytkreuzstein, die Kalkkreuzsteine leichter. Beim Erwärmen nehmen die optischen Axen eine andere Lage an, analog den Feldspäthen.

a) Barytkreuzstein $\dot{B}a\,\ddot{S}i + \ddot{A}l\,\ddot{S}i^2 + 5\,\dot{H}$, nach Köhler etwa 46,1 $\ddot{S}i$, 16,4 $\ddot{A}l$, 20,8 $\dot{B}a$, 15,1 $\dot{H}$, Spuren von $\dot{C}a$ fehlen nicht. Vor dem Löthrohr fällt er mehlartig auseinander, und läßt sich schwer schmelzen. Die gewöhnlichste und schönste Abänderung. Vorzugsweise auf Erzgängen (Andreasberg, Strontian, Dumbarton) wahrscheinlich weil hier die Schwererde eine Hauptrolle spielt; seltener im Mandelstein bei Oberstein, wo auch der Schwerspath in den Mandeln nicht ganz fehlt.

b) Kalkkreuzstein (Phillipsit) $(\dot{C}a, \dot{K})\,\ddot{S}i + \ddot{A}l\,\ddot{S}i^2 + 5\,\dot{H}$, nach L. Gmelin vom Stempel bei Marburg 48 $\ddot{S}i$, 22,6 $\ddot{A}l$, 6,5 $\dot{C}a$, 7,5 $\dot{K}$, 16,7 $\dot{H}$. Die Neuern schreiben $\dot{C}a\,\ddot{A}l\,\ddot{S}i^4\,\dot{H}^4$, so daß gegenüber dem $\dot{B}a\,\ddot{A}l\,\ddot{S}i^5\,\dot{H}^5$ er $\dot{H}\,\ddot{S}i$ weniger hätte. Die schönen Zwölflinge, welche Ulrich im Basalte von Victoria entdeckte, enthalten neben 6,4 $\dot{K}$ noch

$5 \dot{N}a$, und geben keine gute Formel. Annerode bei Gießen, Habichtswald bei Cassel, im Mörtel von Plombières. Findet sich nicht auf Erzgängen, sondern in Drusen vulkanischer Gesteine, zeigt große Neigung zu Zwölflingskrystallen, die aber selten klar, sondern meist schneeweiß sind. Wegen des Mangels an Baryterde haben sie ein Gew. von 2,2. Die Endkantenwinkel des Oktaeders betragen nach Haidinger 123° 30′ und 117° 30′, s/s = 111° 15′. Die Ebene der optischen Axen liegt nicht in q, sondern in o. Denken wir uns das System wieder 2+1gliedrig, so fällt sie in die Medianebene, wie bei geglühten Feldspäthen. Das könnte eine Einwirkung von Feuer verrathen. In den Basaltischen Laven von

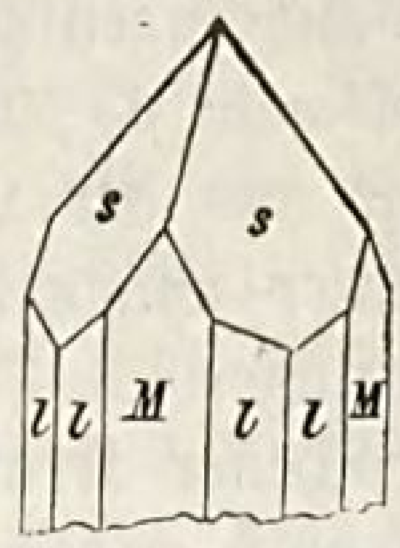


Capo di Bove bei Rom und Aci Reale am Aetna kommen Zwillinge vor (Credner Leonh. Jahrb. 1847. 559), an denen sich nur die eine Hälfte der Oktaederflächen P und P′ ausdehnt, während die Säule o sehr zurück bleibt. Es entsteht dann das Oktaeder des Granatoeders mit fast rechtwinkligen Seitenkanten, dessen Ecken kaum abgestumpft werden. In den Kanten sieht man aber noch die Zwillingsfugen. Zuletzt sollen auch diese nebst den Abstumpfungsflächen ganz verschwinden und ein glänzendes Oktaeder übrig bleiben, an dem man nicht mehr die Spur eines Zwillings wahrnehme. Descloizeaux (Manuel I. 379) beschreibt solche Oktaeder viergliedrig mit 92° 30′ in den Seiten- und 118° 34′ in den Endkanten. G. Rose (Kr. Ch. Minerf. pag. 93) glaubt jedoch, daß diese Oktaeder ein anderes Mineral, als der auf andern Drusen des Fundorts vorkommende Kalkkreuzstein seien, und beschränkt darauf den vielfach verwechselten Gismondin (Abrazit, Zeagonit), zumal da die Zusammensetzung $(\dot{C}a, \dot{K}a)^2 \dddot{S}i + 2 \dddot{A}l \dddot{S}i + 9 \dot{H} = \dot{C}a \dddot{A}l \dddot{S}i \dot{H}^4$ etwas abzuweichen scheint. Wie complicirt die Sachen werden, zeigen die Zwölflinge aus den Basalten von Gießen, welche nach Streng (Jahrb. 1874. 578) entschieden Bestreben zeigen, nur reguläre Ordnung anzunehmen. Kenngott (Leonhard's Jahrb. 1853. 183) glaubt sogar, daß Zeagonit und Gismondin von einander verschieden seien. Lévy (Descr. Min. II. 44) vergleicht den unschmelzbaren Zeagonit mit Zirkon. Der ähnliche Berzelin mit Hauyn am Albaner-See krystallisirt regulär mit Zwillingen wie Spinell. Descloizeaux (Ann. mines 1847. XII.) nannte dem König von Dänemark zu Ehren den Kalkkreuzstein von Dyrefiord auf Island Christianit.

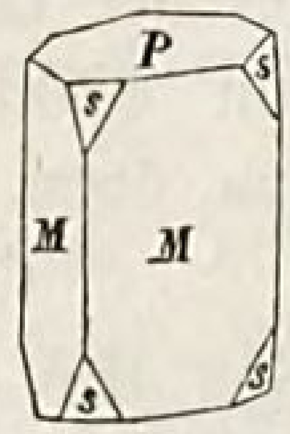
7. Ichthyophthalm.

Der Portugiese d'Andrada gab ihm diesen auffallenden Namen (Scheerer's Journ. IV. 32), weil der blättrige Bruch silberartig wie „Fischaugen" glänzt. Er fand ihn auf Utö. Doch ist Rinman's Zeolith von Hällestad in Schweden schon das Gleiche. Hauy sich an dem Namen stoßend nannte ihn Apophyllit (ἀποφυλλίζειν abblättern).

Der 4gliedrige Zeolith findet sich in ausgezeichneten farblosen und durch Kobalt blaß rosenrothen Oktaedern auf den Erzgängen des



Samson von Andreasberg in größten Teufen. Oktaeder s = a : a : c sehr scharf, und schon Hauy gab den Seitenkantenwinkel 121°, folglich den Endkantenwinkel 104° 2′ an; Dauber (Pogg. Ann. 107. 280) 121.8 Seisseralp, 120.30 Andreasberg, 119.43 Poonah; a=0,80012. Sieht man schief gegen die Endspitze, so kommt ein Adularartiger Lichtschein heraus, welcher mit der Stärke des Blätterbruchs der Geradendfläche P = c : ∞a : ∞a zusammenhängt. Nie ist die erste quadratische Säule da, und nie fehlt die 2te M = a : ∞a, welche die Seitenecken des Oktaeders abstumpft. Eine 4und4kantige Säule l = a : ½a gern angedeutet, dehnt sich die quadratische M mit der Geradendfläche P aus, so entsteht ein 2+1flächiges Hexaid (Orawitza im Banat), dessen Kanten den Axen parallel gehen. Wenn nun das Oktaeder die Ecken abstumpft, so bilden die Abstumpfungsflächen gleichschenklige Dreiecke, weil die Würfelkanten in dem Verhältniß 4 : 4 : 5 geschnitten werden, da sich a : c = 0,8 : 1 = 4 : 5 verhält. Oft werden die Krystalle durch Ausdehnung des Blätterbruchs tafelartig (Fassathal mit Analcim), dann schärft das Oktaeder die Ecken der rechtwinkligen Tafeln zu. Seltenere Flächen finden sich besonders an Krystallen von Utö. Es kommen dort neben den genannten die Oktaeder 3a : 3a, 5a : 5a, 2a : ∞a, 5a : ∞a vor. Hauy gab noch ½a : ∞a, ⅘a : ∞a an, auch eine vierundvierkantige Säule a : ¼a : ∞c, und unter mehreren 4+4kantnern einen sehr einfachen a : 2a. Derbe Ichthyophthalme (Fassathal) haben große Neigung zu schaaligen Absonderungen, wenn sie dann mit rothem Eisenoxyd durchzogen sind, so kann man die trüben beim ersten Anblick für Schwerspath halten, allein es fehlt der blättrige Querbruch. Die klaren in Hornblendgestein und Magneteisen eingesprengten Stücke von Utö gleichen Adular. Aber geringere Härte = 4—5 und geringeres Gewicht = 2,4 lassen sie nicht verwechseln.



Die optischen Eigenschaften haben schon die Aufmerksamkeit Brewsters in hohem Grade auf sich gezogen (Edinb. Transact. 1816 und 1821). Die meisten sind + einaxig: man sieht im Polarisationsmikroskop ein schwarzes Kreuz ohne deutliche Farbenringe, daher von Herschel **Leucocyclit**, von Brewster Oxhaverit (Oxhaver auf Island) genannt. Die klaren Blätter von Utö, Poonah und Fassa gehören dazu. Die Banater zeigen dagegen im blauen Felde ein schwaches — Kreuz. Soleil der Vater besaß früher noch andere negative Blättchen von unbekanntem Fundort. Zwischen + und — finden sich dann alle möglichen Uebergänge, und beim **Tesselit** von Nalsö (Faröer Ins.) sogar 2axige Andeutungen: die kleinen quadratischen Säulen mit Geradendfläche sind außen zwar klar, innen jedoch streifig und schuppig, und lassen einaxige und zweiaxige Stellen wahrnehmen. Sieht man im polarisirten Lichte senkrecht auf die quadratische Säule, und dreht in dieser Lage den Krystall so, daß die Axe c 45° mit der Polarisationsebene macht, so kommen

höchst eigenthümlich symmetrisch gruppirte Farbenerscheinungen. Biot (Mémoir. de l'Institut. 1842. XVIII. 673) erklärt die scheinbare Doppelaxigkeit aus der Lamellarpolarisation. Er behauptet, daß die Oktaeder aus lauter feinen Schichten beständen, welche sich parallel den Oktaederflächen auflagerten. Allerdings scheint die fortificationsartige Streifung abgebrochener Krystalle dafür zu sprechen. Da nun das Mineral ein sehr schwach polarisirender Körper ist, so ließe sich daraus die Erscheinung erklären.

Vor dem Löthrohr schmilzt er sehr leicht, noch etwas leichter als Natrolith, blättert sich dabei wenig auf, und färbt die Flamme etwas violet, Reaction des Kali. Im schwachen Feuer wird er trüb weiß, wie Werner's Albin von Mariaberg an der Elbe bei Aussig, der also ohne Zweifel hierhin gehört, aber in Säuren braust, da er mit mehr oder weniger $\dot{C}a\,\ddot{C}$ geschwängert ist. Bei 10 Atmosphären Druck in Wasser von 180° löslich, krystallisirt beim Erkalten wieder heraus (Wöhler Ann. Chem. Pharm. LXV. 80).

$$\dot{C}a^6\,\dot{K}\,\dddot{S}i^7\,\dot{H}^{14} = \dot{C}a\,\dddot{S}i + 2\,\dot{H} = \dot{H}\,\dot{C}a\,\dddot{S}i^2 + 2\,aq.$$

Von Utö gibt Berzelius 52,13 $\dddot{S}i$, 24,71 $\dot{C}a$, 5,27 $\dot{K}$, 16,2 $\dot{H}$ und 0,82 Flußsäure, deren Reaction sich beim Blasen in offener Glasröhre zeigt. Die Blasenräume der Mandelsteine, die Magneteisenlager Schwedens und die Erzgänge des Samson sind Hauptfundgruben. Als Seltenheit auch im Maderanerthale am St. Gotthardt in Begleitung von Adular (Jahrb. 1873. 725). Mit Poonahlith bei Bombay schön bläulich. Die kleinen grünen Oktaeder (Xylochlor Jahrb. 1856. 187) im fossilen Holze isländischer Tuffe stehen dem ächten Ichthyophthalm sehr nahe.

Faujasit (Damour. Ann. des mines 1842. 4 ser. I. 395) in Höhlen der augitischen Mandelsteine von Sasbach am Rhein. Anfangs 4gliedrig, jetzt regulär beschrieben, worauf auch der Zwilling und das optische Verhalten deutet. H. = 5, G. = 1,92. Merkwürdiger Weise kommen auf ein und denselben Handstück Krystalle von zweierlei Aussehen vor: die häufigern farblos und glasglänzend und die seltenern braungelb mit Diamantglanz. Die Krystalle haben innen ähnliche Streifenbündel mit starkem Lichtschein, wie der Ichthyophthalm, an den sie auch sonst sehr erinnern. Allein vor dem Löthrohr schmelzen sie viel schwerer,

$$(\dot{C}a, \dot{N}a)\,\dddot{S}i + \dddot{A}l\,\dddot{S}i^2 + 9\,\dot{H}.$$

16,7 Thonerde entfremdet das Mineral dem Ichthyophthalm. Annerod bei Gießen, Pflasterkaute bei Eisenach. Oefter in Palagonit verwandelt. Schöne durchkreuzte Oktaederzwillinge zu Großenbuseck (Jahrb. 1874. 577).

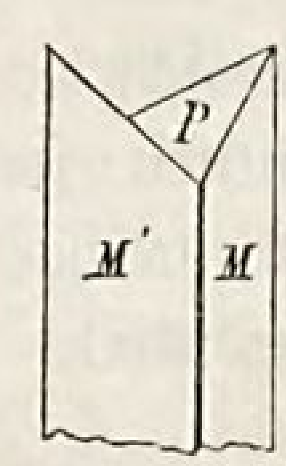
Okenit (Kobell Kastner's Archiv XIV. 333) aus dem Mandelstein von der Insel Disko an der westgrönländischen Küste bildet Faserzeolithartige Massen. Breithaupt beschreibt 2gliedrige Säulen von 122° 19′, auch seine übrigen Kennzeichen stimmen gut mit Faserzeolith, allein der Mangel an Thonerde fällt auf, und gibt ihm mit Ichthyophthalm Verwandtschaft, $\dot{C}a^3\,\dddot{S}i^4\,\dot{H}^5$ bei gewöhnlicher Temperatur, bei 100° hat er nur $\dot{H}^4$, ist

aber hygroskopisch wie Laumonit (Schmid, Pogg. Ann. 126. 143). Connel's Disclasit von den Faröer Inseln hat ganz die gleiche Formel. Der mattweiße Pektolith vom Monzoniberge im Fassathal mit $\dot{N}a$ und $\dot{C}a$ möchte vielleicht das gleiche nur mehr verwitterte Mineral sein. Es bricht zwischen langstrahligem Faserzeolith. Im frischen Zustande soll er nach Groth ein Natronhaltiger Wollastonit sein ($\dot{C}a$, $\dot{N}a$) $\dddot{S}i$. Andersons Gyrolit (γυρός gerundet, Erdmann's Journ. 52. 382) bildet kleine Kugeln im Mandelstein von Skye, nicht selten auf Ichthyophthalm sitzend $2\,\dot{C}a\,\dddot{S}i^3 + 3\,\dot{H}$. Auch Plombiérit hat keine Thonerde.

8. Lomonit Wr.

Eigentlich Laumontit, nach Gillet Laumont, der ihn 1785 in den Bleierzgängen von Huelgoët in der Bretagne entdeckte. Wegen seiner großen Verwitterbarkeit (man muß ihn schon in den Gruben mit Firniß überziehen) nannte ihn Hauy anfangs Zéolithe efflorescente.

2 + 1gliedrige Säule M/M von 84° 30′ (Dufrénoy) mit einer auf die scharfe Kante aufgesetzten Schiefendfläche P, P/M 114° 30′, seltener die hintere Gegenfläche x = a′ : c : ∞b, P/x = 104° 20′. Säule M deutlich blättrig mit einem eigenthümlichen Seidenglanz, die Abstumpfungsfläche der scharfen Säulenkante b : ∞a : ∞c soll auch noch etwas blättrig sein. Eine dreifach schärfere y = ⅓a′ : ∞b. Gewöhnlich finden sich nur die einfachen Hendyoeder, aber diese in großer Schönheit, z. B. in den Mandeln von Oberstein, wo sie die neue Eisenbahn zum Vorschein brachte. Leonhardit (Blum Pogg. Ann. 59. 336) mit den Hendyoederwinkeln 96° 30′ und 114° von Schemnitz ist ohne Zweifel das Gleiche. Kommt dort in schönen Zwillingen in Schwalbenschwanzform vor. Verwittern leicht, werden brüchig, weich und mehlartig; frisch mögen sie wohl Flußspathhärte und darüber erreichen, Gew. 2,34. Eigenthümlicher Seidenglanz. Das leichte Zerfallen an der Luft soll von hygroskopischem Wasser herrühren, was sie in trockener Luft abgeben. In feuchter Luft sollen sie nicht zerfallen, am schnellsten aber im luftleeren Raum (Ann. des min. 4. ser. IX. 325).



Vor dem Löthrohr blättern sie sich etwas nach der Säule auf, geben schon bei 100° C. Krystallwasser ab, und schmelzen schwerer als Faserzeolith, mit dem ihre Zusammensetzung

$$\dot{C}a^3\,\dddot{S}i^2 + 3\,\dddot{A}l\,\dddot{S}i^2 + 12\,\dot{H} = \dot{C}a\,\dddot{S}i + \dddot{A}l\,\dddot{S}i^3 + 4\,\dot{H}$$

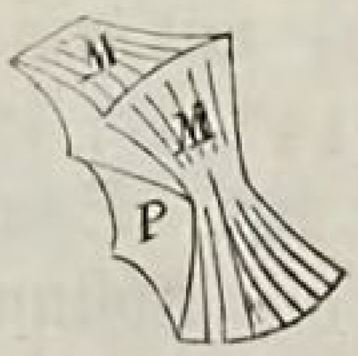
große Verwandtschaft hat. Es kann daher in einzelnen Fällen schwer werden, sie richtig zu trennen. Wenn Krystalle die Schiefendfläche P haben, dann ist es leicht, werden sie aber langstrahlig, wie gewisse Abänderungen aus dem Fassathal, so kann man sie leicht mit dem dortigen Faserzeolith verwechseln, wofür sie neuerlich Kenngott (Uebers. Miner. Forsch. 1858. 71) auch wirklich genommen hat. Bekannt sind die schneeweißen Nadeln zwischen den farblosen Apatiten auf körnigem Feldspath vom St.

Gotthardt. Röthliche sehr verwitterte Krystalle kommen in großen Massen im Grünsteine von Dillenburg vor. Der fleischrothe Caporcianit (Silliman Amer. Journ. XIV. 63) nebst Schneiderit von Toscana gehört auch dahin (Bolletino Com. geol. d'Italia 1871. 140). In den Mandeln vom Hüttenberge bei Weissig soll sich der Lomonit in Feldspath (Weissigit) verwandelt haben.

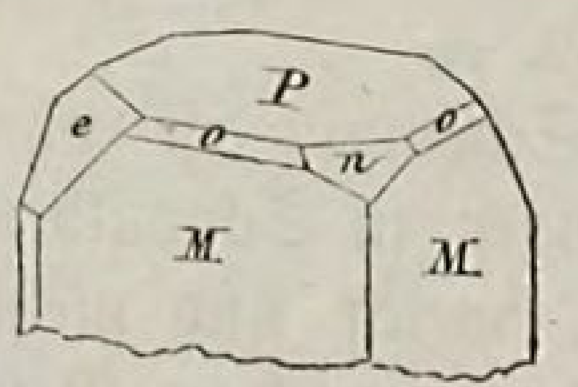
9. Prehnit Wr.

Werner (Bergm. Journ. 1790. III. 1 pag. 69) nannte ihn nach dem Holländischen Gouverneur am Cap, Obristen v. Prehn, der ihn von Südafrika mitbrachte. Er war den Franzosen schon seit 1774 von dort bekannt, nur wegen seiner grünen Farbe von Sage und Delisle Chrysolithe du Cap genannt. Hat nicht mehr das Aussehen eines ächten Zeolithes.

2gliedrige rhombische Tafeln M/M von 100°, Geradendfläche P recht



blättrig, aber immer krummschalig, unregelmäßig geknickt und muldenförmig. Bei den gelblichen Krystallen von Jordansmühl östlich des Zobten ist alles rauh, nur der stumpfe Säulenwinkel zeichnet sich spiegelflächig aus. Von M her gesehen haben sie daher ein garbenförmiges aufgeblättertes Aussehen, wie der Strahlzeolith, und wenn die Säulen hoch sind, so können sie eine vollkommene Linsenform (Hahnenkammform) annehmen, in welcher man sich aber immer leicht mittelst des blättrigen Bruchs orientirt. Längs der stumpfen Säulenkante blättern sie sich leichter auf



als längs der scharfen. Die scharfe Säulenkante durch $b : \infty a$ häufig abgestumpft, das gibt zu Barèges in den Pyrenäen äußerst dünne Täfelchen (Kupholit). Zu Ratschinges bei Sterzing in Tyrol kommt auch ein Paar auf die scharfe Kante $e = \frac{1}{2}b : c : \infty a$; $n = a : \infty b$ und $\frac{1}{2}a : \infty b$ auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzt vor. Selten ein Oktaeder $o = a : b : c$, was die Kanten P/M abstumpft.

Pyroelektrisch und zwar centralpolar (Abh. Berl. Akad. Wiss. 1843. 88). Erwärmt man sie bis 130°—140° R., so sind die stumpfen Säulenkanten antilog, die Mitte der Tafel aber analog electrisch, die scharfen Seitenkanten unelektrisch. Es gehen also gewisser Maßen längs a zwei Axen, deren analoge Pole sich zu- und deren antiloge sich abkehren. Eine Fläche $a : \infty b$ trifft den analogen Pol nur dann, wenn sie durch die Mitte geht, dagegen $b : \infty a$ denselben immer, d. h. sie ist bei abnehmender Temperatur immer in der Mitte — elektrisch. Die Ebene der optischen Axen liegt in der kleinen Säulendiagonale, bei Farmington in Connecticut jedoch in der großen.

Farbe gewöhnlich lichtgrün, wie bei Eisenoxydulsalzen, Feldspathhärte 6, Gew. 2,9. Das stimmt wenig mit Zeolithen. Doch gibt seine

Chemische Zusammensetzung $\dot{H} \dot{C}a^2 \ddot{A}l \dddot{S}i^2$, also etwa 4,2 $\dot{H}$,

44 $\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$, 24,2 $\ddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}$, 26,4 $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}$. Hat nur basisches Wasser, was er schwer abgibt und nicht wieder aufnimmt. Einem geringen Eisengehalt verdankt er wohl seine Farbe. Vor dem Löthrohr kann man ihn leicht von andern Zeolithen unterscheiden, er schmilzt nämlich noch leichter als Natrolith, bläht sich dabei auf, und bildet eine Menge kleiner Blasen gerade wie ein Seifenschaum. Gelatinirt nicht vor dem Glühen.

Fasriger Prehnit, wie er z. B. so ausgezeichnet im Mandelstein von Reichenbach (südlich Oberstein an der Nahe) mit gediegenem Kupfer vorkommt, wird dem Faserzeolith so ähnlich im Aussehen, daß außer der grünlichen Farbe und der größern Härte das Löthrohrverhalten ein willkommenes Unterscheidungsmittel ist. Häufig bildet er nierenförmige Massen, auf deren Kugelrundung die Säulenflächen liegen; der blättrige Bruch geht längs der Strahlen, es sind daher nichts weiter als stark ausgebildete Hahnenkämme. Schon bei den Krystallen sieht man auf dem Blätterbruch Streifen vom Centrum nach den Kanten P/M strahlen, wenn sich die Krystalle nun aneinander verschränken und die Säulenflächen krümmen, wie man das so schön bei den fast smaragdgrünen Drusen vom Cap findet, so entsteht nach und nach nierenförmiger Bau, der sich bei Campitello (Fassa) zu eleganten Kugeln abschließt.

Krystalle, wenn auch meist gekrümmt, finden sich besonders schön zu St. Christoph und Armentières unfern Bourg d'Oisans in der Dauphiné mit Epidot und Axinit zusammen. In Klüften des Hornblendegesteines von Ratschinges bei Sterzing, im Asbest des Monte Rosa und in andern Gegenden der Alpen. Bei Jordansmühl in Schlesien fand sie Hr. Dr. Thalheim in smaragdgrünen und rosenrothen Oktaedern mit blättrigem Querbruch. Die scharfen Oktaeder nehmen nicht selten eine Wetzsteinform an. Bei Harzburg im Radauthale durchsetzt er in Gängen die Gabbro (Jahrb. 1870. 314), im Gneuse von Gengenbach im Kinzigthale des Schwarzwaldes ist er mit Wollastonit eingelagert (Jahrb. 1867. 340). In der Kupferregion des Lake Superior durchsetzt er schön grünfarbig in Gängen die Mandelsteine, Silber und Kupfer führend, und deren Massen verrathend.

Afterkrystalle nach Lomonit beschreibt Blum (Pseudom. pag. 104) aus Spalten eines Diorits von Niederkirchen bei Wolfstein in Rheinbaiern. Die Krystalle sind sehr schöne Nadeln mit Schiefendfläche, und zeigen das Schäumen gut. Eben daselbst kommen sie nach Analcim vor, wie im Trapp von Dumbarton (Pogg. Ann. 11. 380). Vielleicht steht hier auch der

Karpholith Wr. (κάρφος Stroh) nach seiner strohgelben Farbe genannt, auf Kluftflächen des Greisen von Schlackenwald in Böhmen mit amethystfarbigem Flußspath. Excentrisch strahlig, H. = 5, Gew. = 2,9. Schäumt nur wenig vor dem Löthrohr, gibt mit Borax ein amethystfarbenes Glas, denn Stromeyer fand 19,1 $\ddot{\bar{\mathrm{M}}}\mathrm{n}$ neben 2,3 $\ddot{\bar{\mathrm{F}}}\mathrm{e}$, 10,7 $\dot{\bar{\mathrm{H}}}$, 1,5 Flußsäure ꝛc., woraus Berzelius die zweifelhafte Formel

$$(\dot{\mathrm{M}}\mathrm{n}, \dot{\mathrm{F}}\mathrm{e})^3 \ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i} + 3 \ddot{\mathrm{A}}\mathrm{l} \ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i} + 6 \dot{\bar{\mathrm{H}}} = \dot{\bar{\mathrm{H}}}^2 \dot{\mathrm{M}}\mathrm{n} \ddot{\mathrm{A}}\mathrm{l} \ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}^2$$

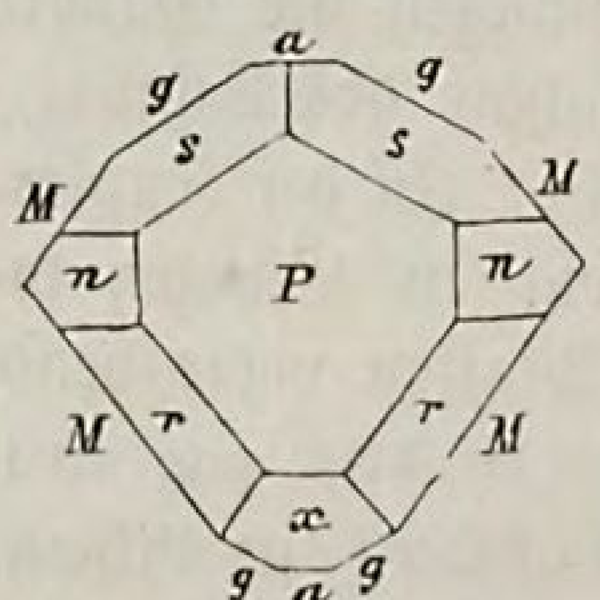
ableitete, die mit Prehnit vollständig stimmt, wenn man das Wasser basisch

nimmt. Eine zweite Fundstelle erwähnt Lossen (Ztschr. deutsch. geol. Ges. 1870. XXII. 455) im Quarz des Thonschiefers von Wippra auf dem Unterharze, aber derselbe grüngelb und parallelfasrig gleicht im Ansehen mehr Chrysotil, doch die chemische Formel ist im Wesentlichen gleich. Man muß sich hüten, ihn nicht mit verwittertem Wavellit zu verwechseln. Prehnitoid von Wixiö (Jahrb. 1857. 69) hat kein Wasser. Thomson's Glottalith von Glotta am Clyde soll kleine reguläre Oktaeder bilden.

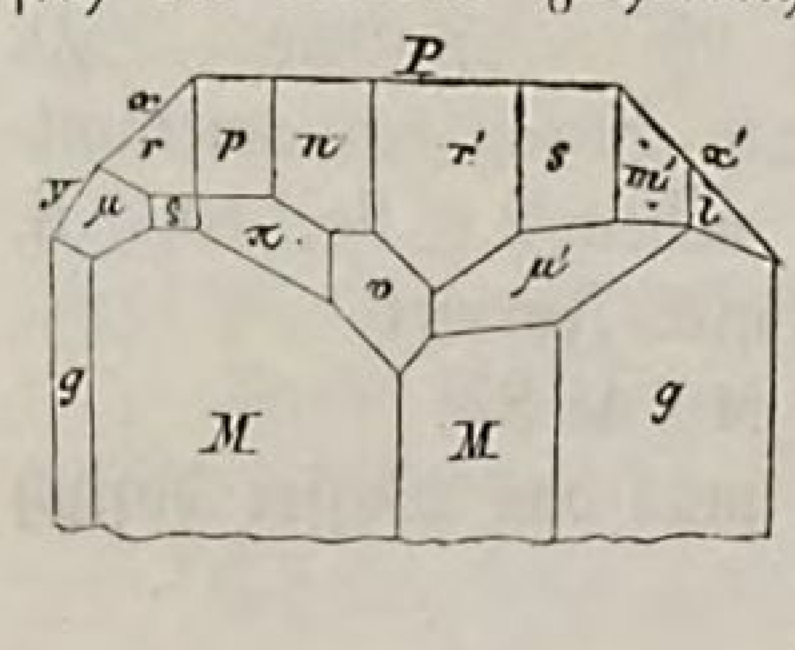
10. Datolith.

Esmark fand matte grünliche Krystalle 1806 auf den Magneteisenlagern bei Arendal, und nannte sie nach ihrer körnigen Absonderung (*δατέομαι* absondern), Werner schrieb Datholith. Man hat ihn daher auch wohl als Esmarkit aufgeführt. Die klaren später bei Theiß gefundenen nannte Lévy Humboldit. Eine Methode der Berechnung gab ich Pogg. Ann. 36. 245.

Bisher **2 + 1gliedrig** beschrieben, a/c 91° 41′. Doch stellte ihn Miller (Elem. intr. miner. pag. 406) schon 2gliedrig dar, auch Heß (Pogg. Ann. 1854. 93. 380) fand a/c 90°. Dem widersprach Schröder (Pogg. Ann. 98. 289), er wollte mindestens eine Schiefe von 6 Minuten (a/c 90° 6′) retten. Dauber (Pogg. Ann. 1858. 103. 116) maß 64 Krystalle von Andreasberg, 67 von Toggiana mit vielen Repetitionen, kam auf manche Widersprüche, aber glaubte denn doch mittelst des höhern Calcul a/c 90° 8′ 40″ annehmen zu sollen. Mir erscheinen das Minutiositäten, auf welche der Mineraloge nur geringes Gewicht zu legen hat. Gehen wir aus von der Säule M = a : b : ∞c, vorn M/M 76° 38′, und von der Schiefendfläche x = a : c : ∞b, x/P 135° 13′, so ist unter

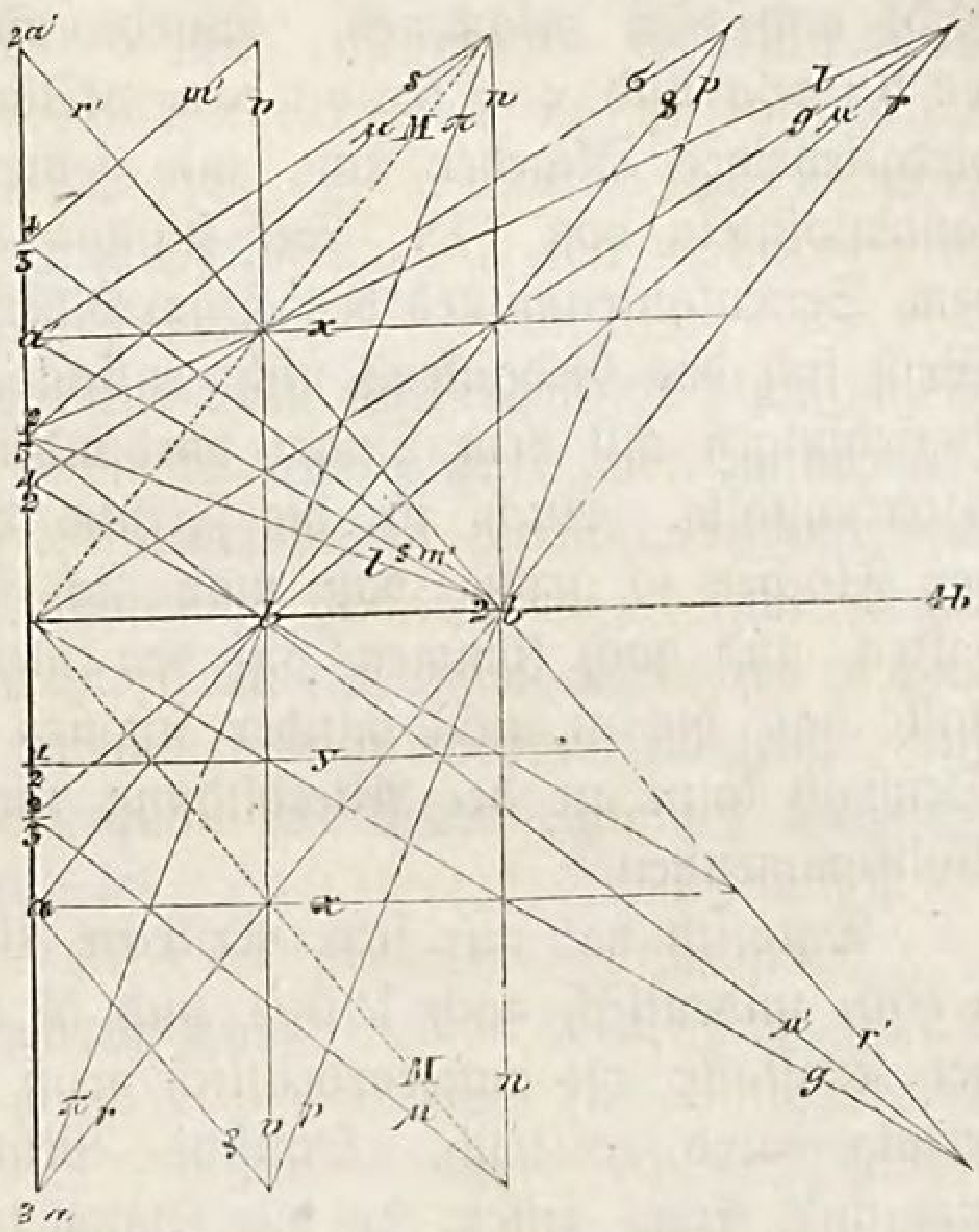


der Voraussetzung rechtwinkliger Axen a : b = 1,0076 : 0,7962, würde Axe c = a = 1, so könnten daraus viergliedrige Eigenschaften gefolgert werden. Die Geradendfläche P = c : ∞a : ∞b dehnt sich bei den schönen Formen aus dem Grünstein des Wäschgrundes von Andreasberg sehr aus, das gibt ihnen nebst dem Paare n = c : 2b : ∞a zwar ein zweigliedriges Ansehen, allein den hintern Augitpaaren s = a′ : c : 2b correspondirt vorn stets ein anderes Paar r = 2a : 2b : c, was dem Ganzen sichern 2+1gliedrigen Charakter aufdrückt. Man kann M P n r s unbedingt als die Hauptform ansehen, die sich überall wiederholt, und der sich die andern zahlreichen Flächen unterordnen. Gern gesellt sich noch



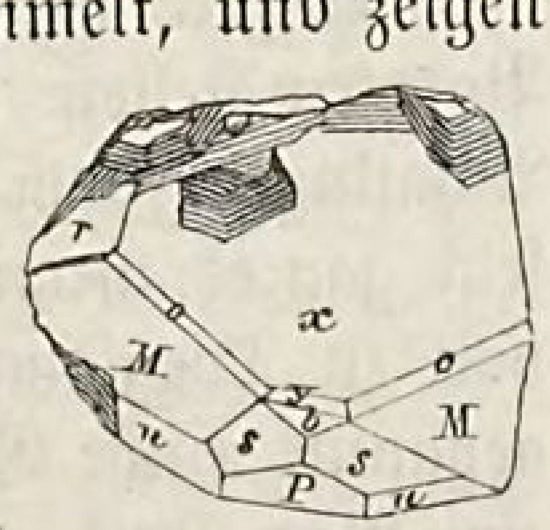
die Säule g = a : 2b : ∞c und die Abstumpfung der vordern Säulenkante a = a : ∞b : ∞c dazu, welcher ein schwacher Blätterbruch entspricht. Im Wäschgrunde wurden noch nebenstehende Flächen gefunden: b = b : ∞a : ∞c; y = c : ½a : ∞b; v = b : c : ∞a; x′ = a′ :

c : ∞b; r′ = 2a′ : 2b : c; ϱ = a : b : c; σ = ½a′ : b : c; π = 2a : b : c; p = 4a : 2b : c; μ = ⅔a : b : c; μ′ = ⅔a′ : b : c; m′ = ⁴⁄₃a′ : 2b : c; l = ⅔a′ : 2b : c.



Uebersicht der Flächen: Hexaid P 001, a 100, b 010 vollständig; Dodekaid M 110, v 011, x 101, x′ 1′01 vollständig; Oktaid ϱ 111 hälftig; Pyramidenhexaide g 210, n 012, y 201, φ 102, φ′ 1′02; t 310, 103; ψ 104, ψ′ 1′04, 410; f 203, 302; 034. r 112, r′ 1′12, σ 2′11; π 122, s 2′12, 221; p 124, ϑ 214; l 3′12, ω 213; μ 322; 4′12; k 5′12; 134; 216; 4.3.10. Prachtvolle klare Krystalle kamen im Tunnel von Bergenhill (New-Yersey) vor, wo sie mit Zeolithen vergesellschaftet schmale Gänge in Grünstein füllten. Sie sind gewöhnlich sehr verzogen, daher stellte sie Dana (American Journ. 1872 3 ser. IV. 16) nach der Geradendfläche P aufrecht, was für den Leser nicht angenehm ist (Jahrb. 1874. 629). Die Andreasberger zeigen sehr entwickelte Säulen und sind darnach leicht zu erkennen; in den Tyroler Achatkugeln (Theiß bei Klausen) trifft man dagegen kurze verzogene Säulen und eine drusige Schiefendfläche, aber doch orientirt das Paar n. Mit diesen haben die prachtvollen Quarzkrystalle, die Tripe (Pogg. Ann. 10. 331)

Haytorit nannte, weil sie sich bis jetzt einzig in den Magneteisengruben in der Nähe der Hay-Tor-Granitbrüche in Devonshire fanden, die größte Aehnlichkeit. Es ist ein Hornsteinartiger durch Eisenocker braun gefärbter Quarz mit einem Gehalt von 98,6 S̈i. Die oft mehr als Zollgroßen Krystalle sind in mächtigen Drusen versammelt, und zeigen abgebrochen starke Fortificationsartige Streifung. Weiß (Abhandl. Berl. Akad. Wiss. 1829. pag. 63) hat dieselben ausführlich beschrieben, ihr Flächenreichthum ist wo möglich noch größer, als beim unveränderten Datolith: Fläche b = a : ∞b : ∞c bildet wegen der Kürze der Säulen gewöhnlich nur ein gleichseitiges Dreieck; die



ausgedehnte Schiefendfläche x läßt sich an der Rauhigkeit ihres Aussehens leicht erkennen; o 312 = ⅔a : 2b : c stumpft die stumpfe Kante M/x ab, und ist beim Datolith nicht bekannt; y unter der Schiefendfläche und über dem kleinen Dreieck b ist gewölbt, „gleichsam mit geringerem Erfolg den allgemeinen Gravitationskräften abgewonnen." Hinten noch ein Paar u = ½a′ : 2b : c. Das System hat Aehnlichkeit mit dem de

Wolframs, da Axe a = 1,008, also fast 1 = c ist. Daher muß denn auch der Winkel der Schiefendfläche a : c : ∞b gegen die Axe fast genau 45° betragen, und weiter hängt damit die Gleichheit der Winkel zwischen M/M und v/v zusammen. Würde man also diese vier Flächen M = a : b : ∞c und v = b : c : ∞a verlängern, so schlößen sie ein nahezu viergliedriges Oktaeder ein, mit seiner Endecke in b und den Seitenkantenwinkeln von 77°. Der stumpfe Säulenwinkel M/M von 103° steht dem Seitenkantenwinkel des Quarzdihexaeders (103° 35′) so nahe, daß Weiß sich des Gedankens nicht entschlagen konnte, hier möchten irgend Beziehungen mit dem Quarz vorhanden sein. Jedenfalls seien es keine Afterkrystalle. Auch ist die Frische des Aussehens sammt dem Glanz der Flächen so groß, daß man sich sträubt, sie für Afterbildungen zu halten, und doch kommen auf den gleichen Gruben z. B. Kalkspathkrystalle vor, die in nicht minder schönen Chalcedon sich verwandelt haben. Deßhalb kann an der Afterbildung nicht gezweifelt werden, trotz ihrer Vollkommenheit.

Datolith hat nur sehr versteckte Blätterbrüche ziemlich deutlich nach a 100, undeutlich nach P 001 und M 110, seine Klarheit ist am Ende der Krystalle oft außerordentlich groß, nach unten und durch Verwitterung wird er trüb. Optische—Mittellinie ungefähr senkrecht auf P, und ihre Axen fallen in die Symmetrieebene ac, welche den scharfen Säulenwinkel halbirt. Glashärte 5, Gewicht 3.

Vor dem Löthrohr schmilzt er sehr leicht unter geringem Schäumen zu einer klaren Perle, und färbt dabei die Flamme etwas grün, ein Zeichen der Borsäure. Auch mit Gyps schmilzt er leicht zusammen.

$\dot{\text{Ca}}^6\,\ddot{\text{Si}}^4\,\dddot{\text{B}}^3\,\bar{\text{H}}^3 = \dot{\bar{\text{H}}}\,\dot{\text{Ca}}^2\,\dddot{\text{B}}\,\ddot{\text{Si}}^2$ mit 21 $\dddot{\text{B}}$, 38 $\ddot{\text{Si}}$, 35 $\dot{\text{Ca}}$, 5,6 $\dot{\bar{\text{H}}}$.

Mit Salzsäure gelatinirend, wie die übrigen Zeolithe, dann mit Alkohol behandelt die bekannte grüne Flamme. Isomorph mit Euklas, wenn man die sechswerthige Borsäure der Thonerde gleichstellt. Freilich stimmen Textur und Winkel schlecht mit einander, was auch durch Veränderung der Stellung, wie es Rammelsberg (Ztschr. d. geol. Ges. XXI. 812) versuchte, nicht recht einleuchtet.

Wegen seines großen Borsäuregehaltes könnte man ihn auch zu den Boraten stellen. Indeß Kieselerde und Art seines Vorkommens in den Achatkugeln vom Fassathal, im Grünsteine von Andreasberg 2c., so wie sein ganzes chemisches Verhalten erinnern an Zeolith. Besonders prachtvoll zu Toggiana im Modenesischen (Pogg. Ann. 78. 76) im Serpentin (sogenannte rothe Gabbro), in Nordamerika hat er sich an mehreren Punkten um New-York gefunden, besonders schön im Grünstein von Bergenhill auf der rechten Seite des Hudson. Einige darunter stimmen in ihren Verziehungen trefflich mit Haytorit (Hessenberg (Abh. Senck. Ges. 1861. IV. 28). Spuren im Grünstein am Roßkopf bei Freiburg (Jahrb. 1860. 795), gern in Begleitung von Prehnit (Jahrb. 1862. 446).

Botryolith Hausmann (βότρυς Traube) bildet dünne kleintraubige Ueberzüge auf Kalkspath, Quarz 2c. in dem Magneteisenlager der

Grube Oestre-Kjenlie bei Arendal. Dickere Lager sind deutlich concentrisch schaalig und feinfasrig. Fahl, perlgrau, gelblich ꝛc. Ein Datolith mit Glaskopfstructur, aber nach Rammelsberg 6 Ḣ, was vielleicht in einer Veränderung schon seinen Grund hat. Vor dem Löthrohr wirft er starke Blasen und gibt gelbliche Gläser.

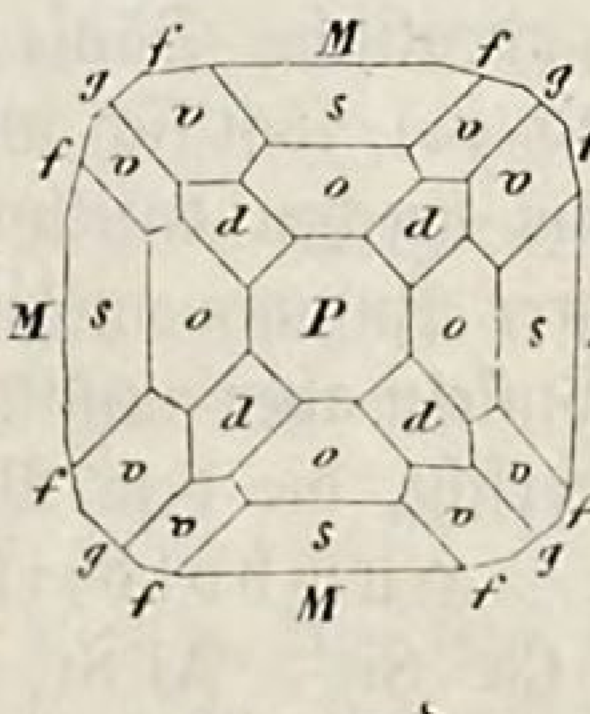
VIII. Skapolithe.

Sie haben ein feldspathartiges Aussehen und ähnliche Zusammensetzung, kommen glasig und frisch vor, gehören aber immer zu den selteneren Fossilien. Es ist nicht viel Gemeinsames darüber festzustellen; doch lieben sie Feuergesteine. Scheerer (Pogg. Ann. 89. 15) sucht sogar nachzuweisen, daß Skapolith häufig in Feldspath umgestanden sei (Paramorphose). Bei Kragerö finden sich im Gneise Skapolithkrystalle, die innerlich aus körnigem Feldspath bestehen. Er wagt sogar die Behauptung, daß Feldspathsubstanz dimorph sei.

1. Skapolith Andr.

Von σκᾶπος Stab, auf die säulenförmigen Krystalle anspielend. Die glasigen kannte schon Delisle, die frischen unterschied zuerst Andrada (Scheerer's Journ. 1800. IV. 35. 38) als Skapolith und Wernerit aus den Arendaler Magneteisengruben. Werner hat jedoch letztern immer abgelehnt, und da man gleich frühzeitig zu viel Species machte, Paranthin Hy., Rapidolith Abilgaard, Arktizit Wr., so hat der Name Wernerit in Deutschland nicht durchgeschlagen. Glaukolith, Paralogit, Stroganowit ꝛc. Viele Namen pflegen Unsicherheit der Sache zu verrathen. Hermann (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 1851. 54. 410) und G. vom Rath (Pogg. Ann. 99. 288) gaben umfassende Analysen.

Viergliedriges Krystallsystem, ein stumpfes Oktaeder o = a : a von 136° 7′ Endkt. (Mohs), 136° 11′ (Kokscharow), andere geben bis 136° 38′ an, folglich Axe a = 2,273. Meistens kommt die 1ste und 2te quadratische Säule vor, beiden entspricht ein blättriger Bruch, eine davon kann man in großen Arendaler Stücken noch gut darstellen. Zuweilen findet sich auch die 4+4kantige Säule f = a : $\frac{1}{3}$a : ∞c, und ein Vierkantner v = a : c : $\frac{1}{3}$a, welch beide Neigung zur Hälftflächigkeit zeigen, nach Zippe (Isis 1833. 389) in gyroedrischer Ordnung, nach Kokscharow (Mater. II. 90) ist die Hemiedrie am Baikalischen parallelflächig, so daß blos Oktaeder von Zwischenstellung entstehen. Am Flüßchen Slüdjanka in Daurien kommen prachtvolle Krystalle von Zolldicke vor mit allen genannten Flächen nebst d = a : c : ∞a und s = c : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{3}$a. Die Krystalle zeigen große Neigung zu langen Säulenbildungen, die strahlig durcheinander liegen, und denen meistens die End-



krystallisation fehlt, oder wenn sie da ist, so zeigt sie sich nicht scharf ausgebildet. Man muß sich übrigens durch die künstlich angefressenen nicht täuschen lassen, denn da sie im Norden häufig in Kalkspath liegen, so nimmt man den Kalkspath mit Säure weg, welche auch die Silicate angreift. Die Oberfläche bekommt dadurch, wie auch durch Verwitterung, einen eigenthümlich seidenartigen Glanz, an was der Hauy'sche Name Paranthine (παρανθέω verblühen) erinnern soll.

Gew. 2,6, Härte 5—6. Berggrün zu Arendal, schmutzig rosenroth zu Bolton in Massachusetts, blau am Baikalsee rc. Trübe Farben, Querbruch etwas Fettglanz.

Chemisch macht er viel zu schaffen, wegen der großen Abweichungen der Analysen von einander. Bischof (Chem. Phys. Geol. II. 403) sucht den Grund in einer spätern Zersetzung, indem durch Kohlensäurehaltige Wasser Kalkerde und Alkalien in Carbonate zersetzt und fortgeführt werden, so daß die Kieselsäure auf 62 p.C. (Arendal), ja sogar 93 p.C. (Pargas) steigen könne. In New-Yersey kommen daher auch Afterkrystalle nach Speckstein und bei Arendal nach Epidot und Glimmer vor, der Glimmer steckt körnig darin. G. Rose blieb bei der Formel $\dot{R}^3 \ddot{S}i + 2 \ddot{R} \ddot{S}i$ stehen, die zugleich die des Epidotes wäre. Gerhard vom Rath nimmt drei verschiedene chemische Species mit Entschiedenheit an: 1) Mejonit $\dot{C}a^3 \ddot{A}l^2 \ddot{S}i^3$; 2) Skapolith $\dot{R}^3 \ddot{A}l^2 \ddot{S}i^4$; 3) Wernerit von Gouverneur $\dot{R}^3 \ddot{A}l^2 \ddot{S}i^5$. Doch darf man solche künstliche Deutungen nicht etwa als Beweis für Dimorphismus nehmen. Das Pulver wird von Salzsäure vollkommen zersetzt, ohne zu gelatiniren, vor dem Löthrohr schmelzen sie leicht mit Schäumen.

1. Mejonit Hy. aus den Marmorblöcken (wie in den Silicatblöcken) der Somma, selten am Lachersee, wasserklar, aber häufig mit einer oberflächlichen Trübung. Fläche 311 gern hemiedrisch. R. de L'Isle nannte ihn weißen Hyacinth, Hauy zeigt jedoch, daß die Hauptaxe viel kürzer sei, daher der Name (μεῖον kleiner). Er schäumt vor dem Löthrohr auffallend, und ist der reine Kalkskapolith $\dot{C}a^3 \ddot{A}l^2 \ddot{S}i^3$ mit der Formel des Zoisit, etwas $\dot{N}a$ $\dot{K}$ und 1 p.C. Wasser. Die Art des Querbruchs erinnert an Leucit. Scacchi's Mizzonit 135° 58′ kommt nur selten im Feldspathgestein der Somma vor, zeigt gewöhnlich die erste quadratische Säule, während beim Mejonit die 2te herrscht (Pogg. Ann. 119. 255), löst sich schwerer und schäumt weniger vor dem Löthrohr. Außerdem brechen daselbst noch eine ganze Reihe viergliedriger Krystalle, die ihrer Zusammensetzung nach zwar etwas von Mejonit abweichen, in ihren Winkeln aber auffallend stimmen, nur daß eine Geradendfläche $c : \infty a : \infty a$ herrscht, die dem Mejonit fehlt, und an Vesuvian erinnert.

Humboldtilit Covelli und Monticelli (Miner. Vesuv. pag. 375) $2\,\dot{C}a^3 \ddot{S}i + \ddot{A}l \ddot{S}i$, aber etwas $\dot{M}g$ und $\dot{N}a$ enthaltend. Die etwas blättrige Geradendfläche herrscht stark, Oktaeder $a : a$ 135° in den Endkanten. Gern gelbliche Farbe. Künstlich in den Schlacken pag. 312. Thomson's fleischrother Sarkolith in den Silicatblöcken der Somma mit grünem

Augit gehört nach Breithaupt ihm an, die Stoffe $(\dot{C}a, \dot{N}a)^3 \dddot{S}i + \ddot{A}l \dddot{S}i$ stimmen jedoch nicht ganz. Kokscharow (Mat. Min. Rußl. II. 109) fand aber dieselbe Form mit Hemiedrie. Die kleinen, schmutziggelben Melilithe aus dem Nephelingestein vom Capo di Bove bei Rom, welche schon Fleriau de Bellevue (Journal de Physique II. 459) entdeckte, mögen wohl damit zu vereinigen sein, sie bilden einfache quadratische Säulen mit Geradendfläche. Sommervillit. Zurlit ein Gemenge mit Augit (Jahrb. 1853. 261).

2. Skapolith, darunter versteht man mehr die trüben kaum an den Kanten durchscheinenden Vorkommnisse, namentlich des nordischen Urgebirges, wo sie hauptsächlich bei Korilakare in Finnland von ganz besonderer Pracht vorkommen. Neben $\dot{C}a$ ist ihnen ein Gehalt an $\dot{N}a$ wesentlich, also $(\dot{C}a, \dot{N}a)^3 \dddot{S}i + 2 \ddot{A}l \dddot{S}i$, in offener Röhre etwas auf Flußsäure reagirend. Doch stimmen die Analysen sehr wenig unter einander überein, man muß sich daher mehr auf die naturhistorischen Kennzeichen verlassen. Sein Aussehen ist Feldspathartig, aber er schmilzt leicht unter Schäumen zu Glase. Hauy legt ein Gewicht darauf, daß sein Pulver auf Kohlen geworfen ein wenig leuchte, namentlich der Dipyr, welchen Gillet Laumont bereits 1786 in einem fetten Steinmark von Mauléon in den Pyrenäen entdeckte. Hauy zeigte, daß er ganz die Structur des Skapoliths habe, und konnte so wenig Ausgezeichnetes daran finden, daß er mit dem Namen nur auf die doppelte Wirkung des Feuers hinweisen wollte, welches ihn schmilzt und phosphorescirend macht. Delesse gibt ihm nun zwar die Formel $4 (\dot{C}a + \dot{N}a) \dddot{S}i + 3 \ddot{A}l \dddot{S}i$, allein bei so veränderbaren Mineralen gilt offenbar Structur mehr als Formeln. Der frische Eckebergit von Pargas, der verwitterte Paralogit vom Baikal, der spangrüne Atheriastit Weibye (Pogg. Ann. 1850. 303), eigentlich Atheristit (ἀθέριστος nicht beachtet), aus der aufläſſigen Näsgrube bei Arendal mit der Krystallform des Skapoliths gehören hier hin. Letzterer hat aber 7 $\dot{H}$ und daher ein etwas anderes Löthrohrverhalten. Gleiche Form ist auch hier wieder die Hauptsache.

Gehlenit (Fuchs Schweigger's Journ. XV. 377) kommt bei Vigo am Monzoniberg in Südtyrol in derben mit Kalkspath bedeckten Massen vor. Im Spathe stecken würfelige Krystalle von 3'''—6''' Durchmesser, da sie aber weiter keine Fläche haben, auch die Blätterbrüche außerordentlich versteckt liegen, so läßt sich über das System schwer entscheiden. Hauy nahm es als quadratische Säule mit Geradendfläche, die man durch ihren etwas stärkern Blätterbruch von den beiden Säulenflächen unterscheiden zu können meint. Descloizeaux (Ann. des min. 1847. XII) hat das bestätigt, und mehrere Flächen gemessen: g^3 120, $a^{\frac{1}{2}}$ 401, $a^{\frac{7}{8}}$ 16.0.7, $b^{\frac{3}{7}}$ 773. Schwacher Fettglanz, dunkel ölgrün, H. = 6, Gew. 3. $3 (\dot{C}a, \dot{M}g, \dot{F}e)^3 \dddot{S}i + \ddot{A}l^3 \dddot{S}i$, doch stimmen die verschiedenen Analysen nicht sonderlich. Salzsäure zersetzt ihn selbst noch nach dem Glühen, und scheidet $\dddot{S}i$ gallertartig aus. Man muß sehr kleine Splitter wählen, wenn man sie vor

dem Löthrohr an den Kanten zum Schmelzen bringen will. Barsowit von der Barsowka am Ural schmilzt ebenfalls schwer, H. = 6, Gew. = 2,7, von Skapolithartigem Ansehen $\dot{C}a^3 \ddot{A}l^3 \dddot{S}i^5$.

2. Nephelin Hy.

Νεφέλη Nebel, weil glasige klare Stücke in Salpetersäure im innern trübe werden. Lametherie entdeckte ihn an der Somma, daher Sommit genannt. Vauquelin analysirte ihn zuerst, übersah jedoch das Natron.

Krystallsystem 6gliedrig, eine reguläre sechsseitige Säule mit Geradendfläche, durch die zweite sechsseitige Säule zwölfseitig gemacht. Dihexaeder a : a : ∞a hat Seitenkanten 88° 40′ Phill. (88° 6′ Haid.), gibt a = 1,182 = $\sqrt{1,397}$. Dihexaeder nicht häufig, stumpft die Endkante der Säule ab; noch seltener ein zweites $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{2}$a : ∞a (Davyn).

Man kennt ihn frisch und glasig, Härte 5—6, Gew. 2,5—2,7. Vor dem Löthrohr schmilzt er schwer aber ruhig zu einem Glase, gelatinirt mit Salzsäure $(\dot{N}a, \dot{K}a)^2 \dddot{S}i + 2 \ddot{A}l \dddot{S}i = \dot{N}a^2 \ddot{A}l^2 \dddot{S}i^3$. Setzten wir $3 \dddot{S}i = 4 \ddot{S}i$, so käme $\dot{N}a \ddot{A}l \ddot{S}i^2$ Natronanorthit.

1. Glasiger Nephelin. Am ausgezeichnetsten in den Somma-Auswürflingen (Sommit) mit schwarzer Hornblende, Granat und glasigem Feldspath, dieser gleicht ihm außerordentlich, doch ist er blättrig und schmilzt noch schwerer. In Drusenräumen der Laven von Capo di Bove mit Melilith läßt er sich leichter erkennen, weil darin kein glasiger Feldspath herrscht. Nach Scheerer 44 $\dddot{S}i$, 33,3 $\ddot{A}l$, 15,4 $\dot{N}a$, 4,9 $\dot{K}a$. Man hüte sich vor Verwechselung mit Apatit. Cavolinit und Beudantit die gleichen.

Nephelingestein. Auf dem Gipfel des Odenwaldes (Katzenbuckel) bei Eberbach kommt ein basaltisches Gestein vor, in welches röthliche und grünliche Krystalle von trüber Farbe und Fettglanz in größter Menge eingesprengt sind. Am Rande beginnt gewöhnlich Verwitterung, in der Mitte haben sie dagegen mehr frisches als glasiges Aussehen, nähern sich daher den frischesten Eläolithen. Die Krystalle wittern schwierig heraus, ihr Durchschnitt auf der Bruchfläche des Gesteins ist ein Sechseck oder Viereck, sie müssen also reguläre sechsseitige Säulen mit Geradendfläche sein. Später haben sich verwandte Gesteine bei Löbau in der Oberlausitz, zu Meiches am Vogelsgebirge, im Böhmischen Mittelgebirge, im Teschinit bei Neutitschein, in Italien ꝛc. wieder gefunden (Jahrb. 1869. 485), worin die Krystalle mit dem Mikroskop zu suchen sind.

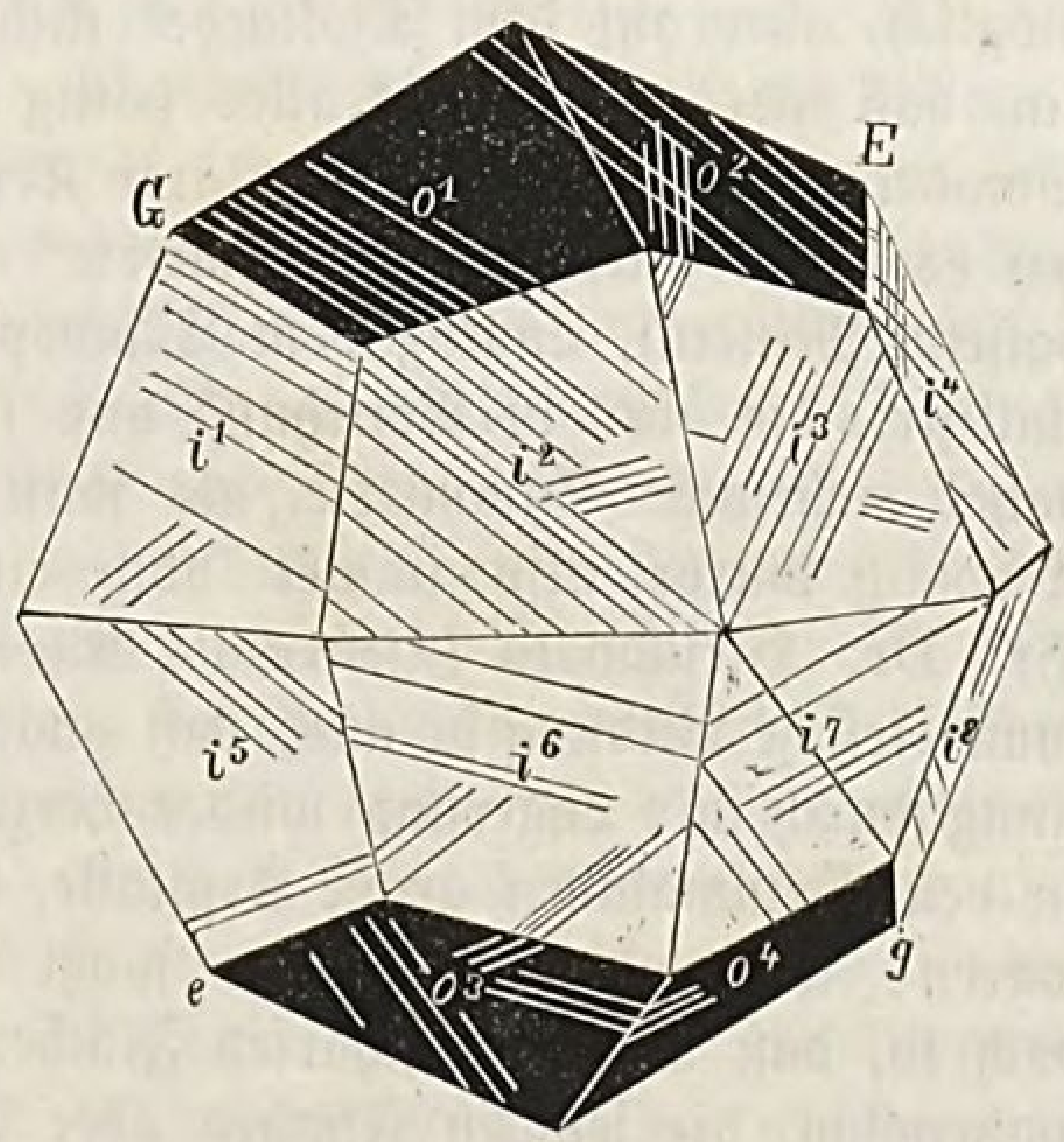
2. Frischer Nephelin, nach seinem ausgezeichneten Fettglanz Eläolith (*ἔλαιον* Oel) Fettstein genannt. Von grün-blauer Farbe mit einem eigenthümlichen Lichtschein wurde er 1808 in einem sehr grobkörnigen Zirkonsyenit von Laurvig in faustgroßen Klumpen eingesprengt nach Freiberg gebracht. Der rothe von Friedrichsvärn ist seltener. G. Rose (Reise Ural II. 47) fand das Mineral in ähnlicher Schönheit im Mias-

cit in den Umgebungen des Ilmensee's bei Miask, und zwar gab es dort Eläolithhaltige und Eläolithfreie Miascite, die beide durch ihre eingesprengten Minerale berühmt geworden sind. Ditro in Ostsiebenbürgen (Jahrb. 1867. 613). Analyse weicht nicht wesentlich von den glasigen ab. Das Mikroskop zeigt darin Hornblendenadeln und Flüssigkeitseinschlüsse (Jahrb. 1870. 813). Siehe Giesekit und Libenerit pag. 331. Microsommit (Pogg. Ergänzb. 1873. VI. 372) ist Nephelin + Na Cl.

3. Leucit Wr.

Λευκός weiß, Ferber's weißer Schörl, denn Sage (Elém. de Minér. docimast. 1772. I. 317) hielt ihn für durch vulkanisches Feuer gebleichten Granat, Romé de l'Isle (Cristall. II. 335) glaubte sogar noch Exemplare mit rothen Flecken zu besitzen, er fand sich in den Laves à oeil de perdrix. Saussure (Voy. dans les Alpes I. 131) erkannte jedoch schon die Unschmelzbarkeit, weshalb sie weder Granat noch Schörl sein könnten.

Krystallisirt nur im Leucitoeder a : a : $\frac{1}{2}$a, das nach ihm den Namen bekam, ohne Spuren einer andern Fläche, wodurch er sich von Analcim unterscheidet, der gewöhnlich Würfelflächen hat. Nur höchst selten sah man Granatoederflächen angedeutet. Hauy glaubte daran die Entdeckung zu machen, daß man diesen Körper mit seinen symmetrischen Trapezen aus dem Würfel und aus dem Granatoeder ableiten könne, und nannte das Mineral daher Amphigen (doppelten Ursprungs). So wenig war damals noch die Ableitung der Körper klar! Jetzt glaubt man sogar, die so einförmig erscheinenden Körper seien nicht regulär, sondern **viergliedrig**, denn Hr. v. Rath (Monatsb. Berl. Akad. 1872. 623) fand in Drusenräumen der Sommaauswürflinge zart gestreifte Krystalle, die sich nur durch Zwillingsbildung erklären ließen. Darnach zerfiele das Leucitoeder in ein Oktaeder o = a : a : c, welches ich dunkel gehalten habe, und in ein Dioktaeder i = $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{4}$a : c. Die Streifen darauf deuten auf Zwillinge, welche die Granatoederfläche, die nun zum nächsten schärfern Oktaeder $\frac{1}{2}$a : ∞c : c wird, gemein haben und umgekehrt liegen. In den Streifen kamen Knickungen



vor, die fast bis 5° von 180° abwichen. Es berechneten sich darnach die Axen c : a = 1 : 1,9, statt 1 : 2; so daß der Endkantenwinkel o/o = 130° 2′ 58″ statt 131° 48′ 37″ im wahren Leucitoeder; die „primäre" Dioktaederendkante (unter der Oktaederkante) 131° 23′ 16″, die „secundäre"

unter der Oktaederfläche 146° 9′ 28″ (statt 146° 26′ 34″); Dioktaederseitenkante 133° 58′. Es werden nun mehrere einfache Zwillinge abgebildet, die aber eigenthümlicher Weise sich nach der Zwillingsaxe nicht verkürzen, und daher in rohen Krystallen so leicht zu übersehen sind. Am merkwürdigsten sind die vielstreifigen, welche sogar auf „Fünflinge" wie beim Scharfmangan hindeuten, freilich mit zahllosen Wiederholungen der Zwillingsblättchen. Um dieß sich klar zu machen, bleibe man bei der einfachen Vorstellung des regulären Leucitoeders stehen, denke sich durch den Mittelpunkt eine Granatoederfläche Gg gelegt, welche in ihrer Parallelbewegung die 2+2kantigen Ecken Ee abstumpfen würde. Man sieht dann leicht ein, daß vier Flächen parallel den Kanten i^1/o^1 und i^8/o^4, und zwei i^2 und i^7 nach den medianen Diagonalen (Kanten des eingeschriebenen Granatoeders) geschnitten werden. Würde man eine Gg nach den Ecken E und e rücken, so schnitte sie i^4 o^2 und i^5 o^3 ebenfalls in den medianen Diagonalen, wie aus der Abstumpfung der Ecken Ee durch das Granatoeder folgt, dagegen werden i^3 und i^6 in der Querdiagonale (Kante des eingeschriebenen Würfels) geschnitten. Es sind daher überhaupt nur drei Systeme von Schnittrichtungen, parallel den (gleichwerthigen) Kanten und parallel den beiden Diagonalen möglich. Zerlegt sich nun aber das Granatoeder in 4 + 2 Flächen, wobei 2 der aufrechten quadratischen Säule entspricht, welche im Viergliedrigen keinen Zwilling gibt, so können auf den o keine Streifen nach der Querdiagonale, und auf den i keine nach den Kanten des Dioktaeders vorkommen. Man sieht auf der Figur keine Streifung nach irgend einer Dioktaederkante, freilich auch keine nach einer Querdiagonale, die zwar auf dem Oktaeder unmöglich, aber auf dem Dioktaeder nicht fehlen sollte. Rath gesteht selbst ein, daß hier „noch nicht alles völlig klar ist, daß namentlich das Vorkommen großer, scheinbar regulärer Krystalle recht seltsam bleibt." Scacchi hat es daher durch „Polysymmetrie" erklären wollen, wornach ein und dasselbe Mineral, analog dem Dimorphismus, in zweierlei Systemen krystallisirt, die aber in Beziehung auf ihre Winkel sehr nahe liegen, und daher mehrfache Symmetrie, als sonst einem Gesetze zukommt, erzeugen. Darnach würde also immer noch ein regulärer Leucit vorhanden sein. Hr. Dr. Hirschwald (Tschermak's Minerl. Mitth. 1875. 233) legte sich polysymmetrische Bildung so aus, daß quadratische Lamellen die reguläre Ordnung durch ihre Lagerung wieder herzustellen suchen. Er fand (l. c. 235) in den Sommalaven große Krystalle, die nur an einer Stelle angewachsen waren, während das Uebrige wohl 1 mm vom Gestein entfernt blieb, doch so, daß man den scharfen Flächeneindruck noch deutlich in der Lava wahrnahm, die jetzigen Flächen aber den Abdrücken nicht mehr parallel gingen. Ist das Factum richtig, so sollte man freilich meinen, „daß die Leucite eine stärkere Contraction durch Abkühlung erfahren haben, als die sie umgebende Lava", und durch das ungleichförmige Anhaften Winkelstörungen eintreten konnten.

Die ausgezeichnete Lamellarpolarisation kannte schon Biot und Des-

cloizeaux (Mém. Inst. France 1867 XVIII pag. 3) bestätigte es, daß Amphigen sich optisch durchaus nicht regulär verhält, ja jenes Fachwerk von dunkeln Streifen pag. 211 ist jetzt bei Schliffen für das Erkennen des Leucits selbst in Felsen ein wichtiges Kennzeichen geworden. Die zahlreichen zum Theil regelmäßig gelagerten Einschlüsse sieht man bei großen Krystallen nicht nur mit bloßen Augen, sondern sie lassen sich mit dem Mikroskop durch die kleinsten Stücke verfolgen. Zirkel (Mikrosk. Eig. Min. 1873) spricht jetzt von Leucitbasalten in der Rhön, im sächsischen Erz- und Böhmischen Mittelgebirge.

Härte 6, das Gewicht 2,5 wird auch nach dem Glühen nicht kleiner. Der Bruch hat häufig einen opalartigen Glanz, der selbst Bruchstücke leicht unterscheiden läßt. Weiße trübe Farbe.

Vor dem Löthrohr unschmelzbar, trotz seiner neutralen alkalischen Composition. Das feine Pulver wird von Salzsäure zersetzt, wobei sich $\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$ pulverig ausscheidet. Mit Kobaltsolution blau.

$$\dot{\mathrm{K}}^3\,\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}^2 + 3\,\ddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}\,\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}^2 = \dot{\mathrm{K}}\,\ddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}\,\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}^4.$$

Klaproth (Beitr. II. 39) entdeckte darin 21,3 Pflanzenalkali, das erste was im Steinreich aufgefunden wurde, welches von da an einfach Kali hieß, während das Mineralalkali wieder zum alten Namen Natron zurückkehrte. Mag auch in dem zersetzten häufig ein bedeutender Natrongehalt sein (10 p.C.) so gehört sein Boden doch zu den Kalireichsten, worauf der berühmte Wein Lacrymae Christi gedeiht.

Die um und um geschlossenen Krystalle spielen in ältern vulkanischen Laven eine solche Rolle, daß man die Gesteine wohl Leucitophyre genannt hat. Die alten schlackigen Laven des Vesuvs, Albanergebirges und der Rocca Monfina enthalten sie in zahlloser Menge von der kleinsten Form bis zu Faustgröße. Sie sondern sich scharf aus der Grundmasse ab, daher hielt man sie früher für fremde von der Lava nur eingewickelte Körper (Dolomieu). Aber L. v. Buch zeigte, daß die Krystalle selbst nicht selten Lavatheile einschlößen, weßhalb sie in der Lava gebildet sein müßten (Gilbert's Ann. 1800. VI. 53). Die Straßen von Pompeji wurden mit Leucitlaven gepflastert, aber auch in den heutigen Laven (1822, 1832) fehlen sie nicht. In einem Tuffartigen Gestein von Rieden am Laacher See liegen erbsengroße und kleinere in Menge, gelbliche von Analcimartigem Aussehen am Eichelberg bei Rothweil (Kaiserstuhl). Letztere enthalten jedoch Wasser und Natron statt Kali, wie die verwitterten der Rocca Monfina (Jahrb. 1858. 201), schälen sich aber vollkommen aus dem Muttergestein, was nach G. Rose gegen Analcim spricht pag. 412, wofür sie lange gehalten wurden. Vergleiche auch die freien Afterkrystalle von Oberwiesenthal zwischen Annaberg und Elbogen (Naumann Jahrb. 1860. 61 und 1861. 59). Lange kannte man außer Europa kein Leucitgestein (Humboldt Kosmos IV. 479), doch hat Fraser in den Trachytlaven von Colorado (Hayden, Survey Color. 1869. 107) Krystalle gefunden, und nach Vogelsang (Jahrb. 1875. 176) kommen sie auch bei Java vor. Man findet sie an der Somma sowohl in den Kalk- wie Sanidinblöcken. Am

Vesuv regnet es sogar zuweilen (1845) Leucite, die wie die Augite im Innern gebildet oder losgerissen sein müssen. Am unerwartetsten kommt die Vermuthung, daß sie sogar auch durch Sublimation entstanden sein könnten (Ztschr. deutsch. geol. Ges. 1873. 227).

IX. Haloidsteine.

Sie haben $\dddot{A}l$ und neben der $\dddot{S}i$ noch eine besondere Säure, wie Chlor, Schwefelsäure, und nähern sich dadurch den Salinischen Steinen.

1. Lasurstein.

Nach seiner Farbe genannt, ohne Zweifel *Σάπφειρος* des Theophrast, Sapphirus des Plinius hist. nat. 37. 39: „in den blauen Sapphiren leuchtet Gold in Punkten, ... er gleicht dem heitern Himmel, aber wegen der Goldpunkte dem mit Sternen geschmückten“. Die Araber nannten ihn Azul (blau), darnach Lapis Lazuli, Lazulith Hauy, doch versteht man in Deutschland darunter den Blauspath. Wegen seines Verhaltens im Feuer nannte ihn Cronstedt Zeolithes lapis lazuli, zumal da er auch mit Säure gelatinirte.

Er soll in Granatoedern krystallisiren (Dufrénoy Trait. Min. III. 675), die Lhermina 1805 aus Transbaikalien mitbrachte. Den Flächen entspricht ein 6fach blättriger Bruch (Hoffmann Miner. II. 276). Violblaue Granatoeder mit Würfelflächen, die im Feuer hoch blau werden, erhielt Perowsky aus der Bucharei. Sie finden sich dort auch grün und roth (Jahrb. 1858. 688). Gewöhnlich findet man ihn nur in derben Stücken von feinkörniger Structur, prachtvoll lasurblau (auch grünlich) in allen Graden der Höhe. Härte 5—6, Gewicht 2,96, das Pulver nur 2,76. Die prachtvollste Phosphorescenz mit grünem Schein zeigt die mit Schwefelkies durchmengte Abänderung aus der Cordillera d'Ovalle bei Coquimbo in Chili. Man darf sie nur in die Weingeistflamme halten. Nach Bergeron (Jahrb. 1860. 571) sollen sie beim Schleifen so stark electrisch werden, daß sie zwischen den Fingern förmlich kriebeln.

Vor dem Löthrohr schmilzt er nicht sonderlich schwer zu einem Glasknöpfchen, und entfärbt sich dabei. In Salzsäure entwickelt sich etwas Schwefelwasserstoff, der Schwefelgehalt gibt sich auch durch eine Hepar mit Soda zu erkennen. Analyse von Varrentrapp 45,5 $\dddot{S}i$, 31,7 $\dddot{A}l$, 9,1 $\dot{N}a$, 3,5 $\dot{C}a$, 5,9 Schwefelsäure, 0,86 Eisen und 0,95 Schwefel. Also im Wesentlichen $\dot{N}a\,\dddot{A}l\,\dddot{S}i^2$. Wasser zieht Gyps aus.

Marco Paolo auf seiner berühmten Reise zum großen Tartarenfürsten (1271) fand am Westrande des Belur-Tag (Nebelgebirge) im obern Flußgebiet des Oxus (Budakschan) diesen merkwürdigen Stein, welcher wie das Eisen in Bergwerken gewonnen wurde. Armenische Kaufleute bringen ihn in den Handel (Orenburg). Reich ist auch ein Kalksteinlager am Baikalsee, wo er mit Lasurfeldspath, Kokscharowit und

Paralogit bricht. Ditro in Ungarn. Aber diese Varietäten phosphoresciren nicht wie der Chilenische. Wird zu Tafeln geschnitten in Italien und Rußland zum Schmuck der Kirchen verwendet, wie die Säulen der Isaakskirche zu Petersburg. Das kaiserliche Schloß von Zarskojeselo südwestlich Petersburg schmückt ein Zimmer mit Bernstein und Lasurstein getäfelt. Bei Mosaikarbeiten wird die schöne Bläue zum Himmel verwerthet. Unter den Alterthümern findet man sie mit vertieften Figuren. Besonders wichtig war früher ihre Anwendung als Ultramarin: so heißt das geschlämmte Pulver desselben, wovon das Loth des feinsten auf 12 Thaler kam. Es verschießt fast gar nicht, tritt daher nach einiger Zeit mit den andern Farben in Disharmonie. Durch Chr. Gmelin (Naturwissenschaftliche Abhandlungen, herausgegeben von einer Gesellschaft in Würtemberg 1828. II. 191) scheint man auf die künstliche Bereitung dieser schönsten aller blauen Farben geführt zu sein. Wenn gleich schon N. Fuchs (Gesammelte Schriften pag. XVI) 1819 blaue Striche an die Wand des Laboratoriums zu Landshut machte, und die Franzosen der Sache vorher nachgingen. Jetzt stellt man in Paris, Meißen, Nürnberg das schönste Blau und Grün außerordentlich billig dar. Man macht eine Hauynmischung und erhitzt in Schwefeldampf (Jahrb. 1875. 75). Es kommt wahrscheinlich (Varrentrapp Pogg. Ann. 49. 521) vom Schwefel: der blaue $\dot{N}a^4$ $\dddot{A}l^4$ $\dddot{S}i^6$ soll von Na S^5 (Quintisulfuret), der grüne von Na S^2 (Bisulfuret) gefärbt sein (Journ. prakt. Chem. 1861. 84. 369). Durch Ueberschuß von Kieselerde entsteht Violet (Ber. deutsch. chem. Ges. 1875. 278).

Hauyn nannte Bruun Neergaard das lichtblaue 6fach blättrige Fossil, welches Abt Gismondi nach dem Mte Lazio Latiolith nannte (Hauy, Min. IV. 613), sich in den Auswürflingen des Vesuvs, am Vultur bei Melfi, im Albaner Gebirge findet, in Siebenbürgen bei Ditro Felsen (Ditroit) bildet. Gew. 2,8. In Salzsäure entwickelt er ebenfalls Schwefelwasserstoff, hat aber einen wesentlichen Gehalt von 15,4 Kali. Whitney gibt ihm die Formel

$$\dot{K}^3 \dddot{S}i + 3 \dddot{A}l \dddot{S}i + 2 \dot{C}a \dddot{S}i,$$

denn L. Gmelin fand darin 12,4 Schwefelsäure und 12 $\dot{C}a$. Die blauen im glasigen Feldspathgestein mit gelben Titaniten vom Laachersee und besonders aus den berühmten Mühlsteinlaven von Niedermendig sind dagegen nur Natronhaltig (9,1 $\dot{N}a$). Im Mühlstein kann man den 6fach blättrigen Bruch fast so leicht darstellen als beim Flußspath. Die Stücke sehen außen wie angeschmolzen aus. Gew. 2,5. Whitney sah diese für 1 Atom Nosean + 2 Atom Albaner Hauyn an. Rammelsberg (Pogg. Ann. 109. 577) fand dagegen an der Somma auch 11,8 $\dot{N}a$ und 5 $\dot{K}$. Durch mäßiges Glühen wird er blauer, zeigt öfter zahllose Gasporen (Jahrb. 1870. 818). Das Mikroskop will sogar Hauynbasalte nachweisen, die sich im Schwarzwalde am Hohenstein bei Hornberg durch sichtbare Krystallchen verrathen (Jahrb. 1873. 836).

Nosean Klaproth. Nose (Nöggerath Mineral. Studien pag. 109 und 162) entdeckte ihn in den Fündlingen des glasigen Feldspathgesteins am Laa-

chersee. Die granatoedrischen Krystalle haben eine graue Farbe, vielleicht weil ihnen Schwefelnatron fehlt. Da am Granatoeder auch Oktaeder und Würfel vorkommt, so nannte sie Rose Spinellan. Durch Zwillinge entstellt. Auffallender Weise beträgt das specifische Gewicht nur 2,26. Varrentrapp gibt 17,8 $\dot{\text{N}}\text{a}$ bei 1,1 $\dot{\text{C}}\text{a}$ an, darnach die zweifelhafte Formel

$$\dot{\text{N}}\text{a}^3\,\ddot{\text{S}}\text{i} + 3\,\ddot{\text{A}}\text{l}\,\ddot{\text{S}}\text{i} + \dot{\text{N}}\text{a}\,\ddot{\text{S}}.$$

Auch sie sind außen wie angeschmolzen, und werden in Schwefelhaltiger Kohle geglüht ebenfalls grün und blau, was uns kaum verwundern darf, da alle genannten Species unter einander innig verwandt sind, sammt dem folgenden

Ittnerit Ch. Gmelin (Schweigg. Journ. 1822. 36. 74). Fand sich derb nesterweis mit eingesprengtem schlackigem Magneteisen im Melaphyr bei Ober-Bergen am Kaiserstuhl. Die faustgroßen Stücke zeigen eine körnige Structur mit 6fach blättrigem Bruch, der die Körner sehr hervorhebt. Gew. 2,37 und graue Farbe erinnern an Nosean, die Analyse gab 34 $\ddot{\text{S}}\text{i}$, 28,4 $\ddot{\text{A}}\text{l}$, 12,1 $\dot{\text{N}}\text{a}$, 1,6 $\dot{\text{K}}\text{a}$, 7,3 $\dot{\text{C}}\text{a}$, 2,9 $\ddot{\text{S}}$, 10 $\dot{\text{H}}$, etwas Schwefel und Chlorwasserstoff. Vor dem Löthrohr schmilzt er nicht sehr schwer zu einem Perlsteinartigen Glase. Er gab 1822 den Anstoß zu jener Entdeckung des künstlichen Ultramarins. Chr. Gmelin bemerkte nämlich, daß das Mineral nach dem Glühen an den meisten Stellen eine schöne blaue Farbe angenommen hatte, und da dasselbe mit Säuren unter augenblicklichem Verlust der Farbe Schwefelwasserstoff entwickelte, was auch beim Ultramarin Statt findet, so wurde es ihm sehr wahrscheinlich, daß Schwefel das färbende Princip des Ultramarins sei.

2. Sodalith.

Gieseke entdeckte das grüne etwas fettglänzende Mineral in einem Feldspathgestein mit Eudialyt und Arfvedsonit zu Kangerdluarsuk in Grönland. Chemiker hielten es anfangs für Natrolith, später fanden sich aber farblose Granatoeder in den Somma-Auswürflingen, nun gab ihnen Thomson den Namen Sodalith, um dadurch an den Natrongehalt zu erinnern.

Regulär. Den Granatoederflächen entspricht ein 6fach blättriger Bruch, das hält sie in großer Verwandtschaft mit Lasurstein. Hessenberg (Abh. Senckenb. Nat. Gesell. 1858. II. 172) beschreibt von der Somma Granatoederzwillinge mit Oktaeder, Würfel und Leucitoeder. Härte 6, Gew. 2,3.

Vor dem Löthrohr soll der Grönländische leichter schmelzen als der Vesuv'sche. Sie bestehen aus Eläolithartiger Masse + Steinsalz = $\dot{\text{N}}\text{a}^3\,\ddot{\text{S}}\text{i} + 3\,\ddot{\text{A}}\text{l}\,\ddot{\text{S}}\text{i} + \text{Na}\,\text{Cl}$. In Säure bilden sie eine Gallerte. Dieses Natronreichste Silicat mit 25 $\dot{\text{N}}\text{a}$ soll sich durch Sublimation in Laven erzeugen können, indem sich $\dot{\text{H}}$ und Na Cl zu H Cl und $\dot{\text{N}}\text{a}$ zersetzen (Pogg. Ann. 146. 507).

Im Ilmengebirge bei der Miasker Hütte bildet in dem Eläolithhaltigen Miascit ein lasurblaues sechsfachblättriges Fossil kleine Gänge,

2,29 Gew., früher Cancrinit genannt, nach G. Rose (Reise Ural II. 52) aber ganz von der Zusammensetzung des Sodaliths. Es entwickelt in Salzsäure durchaus keinen Geruch nach Schwefelwasserstoff, daher leitet Rose wie im blauen Steinsalz die Farbe von organischer Materie her. In einem ähnlich blauen von Litchfield (Maine), in allen Säuren mit größter Leichtigkeit löslich, vermuthet Whitney Eisensäure als Färbendes (Pogg. Ann. 70. 436). An der Somma pseudomorph nach Nephelin, Strüver Atti Accad. Turino VII.

3. Cancrinit.

Zu Ehren des Russischen Finanzministers Grafen von Cancrin. G. Rose (Reise Ural II. 55) trägt den für den blauen uralischen Sodalith gebrauchten Namen auf dieses licht rosenrothe Mineral über, welches ebenfalls im Eläolithhaltigen Miascit des Ilmengebirges eingesprengt ist und aus Eläolith + Kalkspath = $\dot{N}a^2 \ddot{S}i + 2 \ddot{A}l \ddot{S}i + \dot{C}a \ddot{C}$ zu bestehen scheint, abgesehen von 4 p.C. Wasser (Kokscharow Mater. III. 78). Ein dreifach blättriger Bruch bildet eine reguläre sechsseitige Säule, mit starkem Perlmutterglanz, im Querbruch Fettglanz.

Härte 5—6, Gew. 2,45. Vor dem Löthrohr schmelzen sie mit Schäumen, und mit Salzsäure brausen sie. Der Gehalt an $\dot{C}a \ddot{C}$ ist um so merkwürdiger, als derselbe frei im Miascit nicht vorkommt. Struve (Pogg. Ann. 91. 613) gibt bei den gelben vom Tunkinskischen Gebirge westlich Irkutsk noch ein Atom Wasser an. Hermann's lichtgrüner Stroganowit aus Geschieben der Slüdjänka soll zwar auch Kohlensäure enthalten, gehört aber zum Skapolith pag. 425. Sämann (Ann. Chim. Phys. 3 ser. Bd. 67) hielt den Bergmannit pag. 404 für eine Epigenie des Cancrinit.

X. Metallsteine.

Haben neben der Kieselsäure einen metallischen Gehalt, folglich höheres Gewicht, dunkele Farbe und sind ihrem Ansehen nach mit mehreren Oxydischen Erzen leicht verwechselbar.

1. Titanit.

Klaproth (Beitr. 1795. I. 245) nannte die braunen einfachen Krystalle von Passau nach dem Titangehalt. Werner unterschied nach der Farbe Braun- und Gelb-Menakerz. Schon Saussure kannte die grünen alpinen Zwillinge unter Rayonnante en gouttière, welche Hauy (Miner. III. 144) als Sphen (σφήν Keil) beschrieb; später (Min. IV. 408) nahm er jedoch den ältern Namen Titane silicéocalcaire von Daubenton an. Ihre Form hat G. Rose 1820 in seiner Doctordissertation (de Sphenis atque Titanitae systemate crystallino) festgestellt.

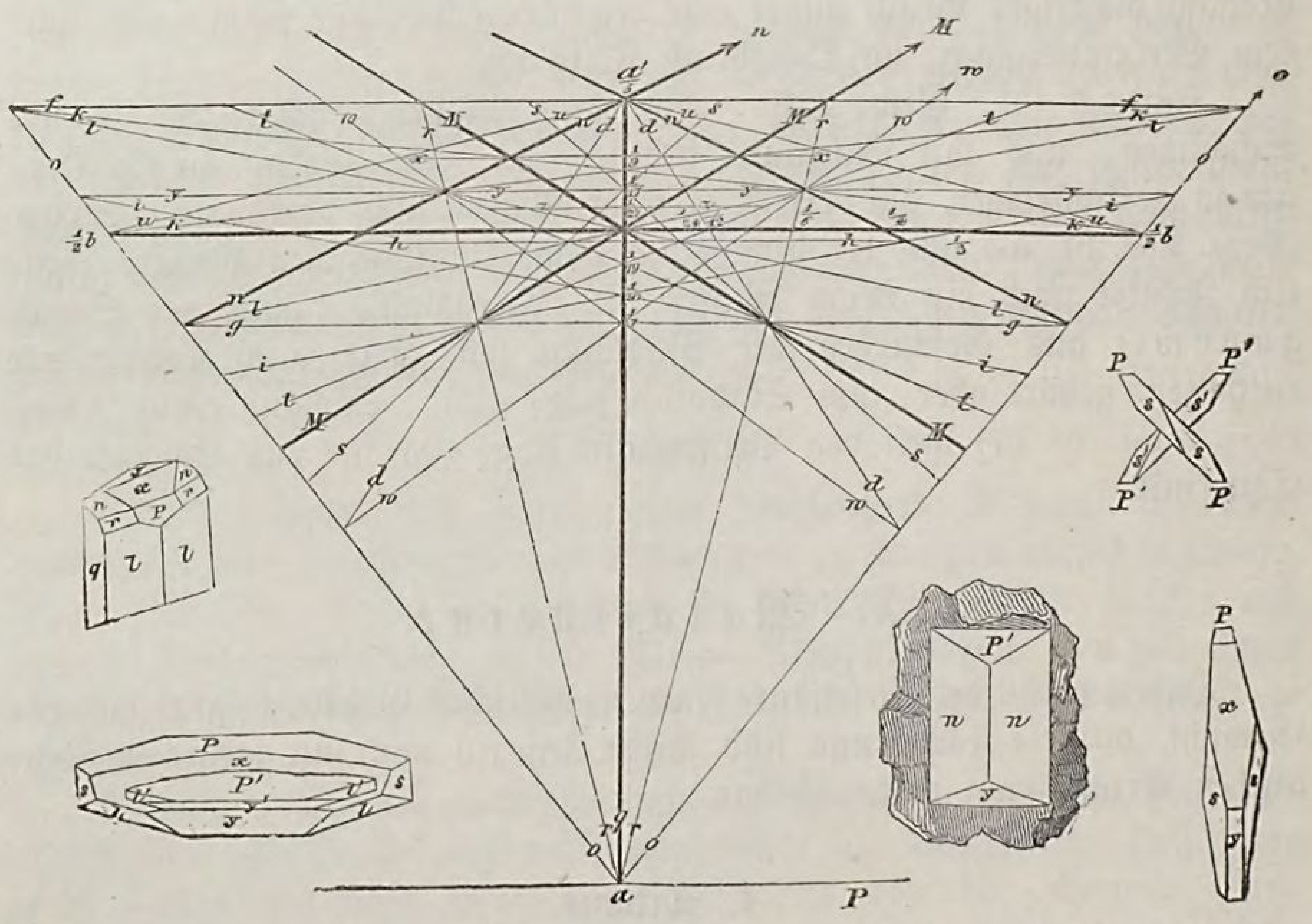
Zweiundeingliedriges Krystallsystem. Eine geschobene

schiefgestreifte Säule l = a : 3b : ∞c macht vorn einen Winkel von 133° 48′. Die Schiefendfläche P = a : c : ∞b scheint etwas, aber doch nicht bedeutend blättrig; P/l = 94° 30′, daraus ergibt sich die Neigung von P gegen Axe c 85° 6′. Hinten liegt x = $\frac{1}{8}$a′ : ∞b : c (früher $\frac{1}{9}$a′), sie ist meist bauchig gekrümmt und läßt sich daran sehr leicht erkennen; Hessenberg fand im Tavetsch P/x = 140° 34′. Legt man diese drei Winkel zu Grunde, so macht der Axenwinkel a/c auf der Seite von x 89° 59′, weicht also nur um 1′ vom rechten Winkel ab, was offenbar vernachläßigt werden kann. Wir haben daher die rechtwinkligen Axen

a:b = 11,664 : 9,116 = $\sqrt{136{,}06}$: $\sqrt{83{,}095}$ = lg 1,06686 : lg 0,95979

y = $\frac{1}{17}$a′ : ∞b : c sehr glänzend, macht mit der darunter liegenden P 60° 27′; ein augitartiges Paar n = $\frac{1}{5}$a′ : $\frac{1}{4}$b mit der anliegenden l 79° 5′ (l/n) und der anliegenden P 144° 53′ (P/n).

Projection auf die Geradendfläche c : ∞a : ∞b.



Diese fünferlei Flächen l P x y n bilden in den Spalten des Schweizer Urgebirges die gewöhnlichsten Zwillinge, statt n tritt auch s = $\frac{1}{17}$a′ : $\frac{1}{24}$b : c in der Diagonalzone von y auf, s/s = 112° 14′. Sie ziehen sich gern nach der Vertikalzone P x y in die Länge. Hat man diese Flächen einmal erkannt, dann bleibt für die Bestimmung der übrigen wenig Schwierigkeit: q = b : ∞a : ∞c stumpft die scharfe Kante der Säule l gerade ab, und in der Zone von q nach l sieht man öfter kleine Abstumpfungsflächen, von welchen G. Rose als Säule M = a : b : ∞c ausgeht, die vorn einen scharfen Winkel M/M = 76° 2′ macht. Diese Flächen erscheinen

jedoch so untergeordnet, daß Andere l/l als Säule nahmen, dann darf man die Rose'schen Axenzeichen b nur mit $\frac{1}{3}$ multipliciren. Bei Tyroler Krystallen findet sich oft in der Diagonalzone von P die Fläche r = a : $\frac{1}{6}$b : c, r/r 113.28, sie stumpft die Kante l/n ab und bildet bei den dortigen Zwillingsplatten die gemeinsame Säule. Da ferner vorn auch öfter die Kante l/r durch t = $\frac{1}{13}$a : $\frac{1}{12}$b : c abgestumpft ist, so machen y l t r n eine der wichtigsten Zonen des Titanitsystems, welche sich namentlich auch durch die ihr folgende Streifung auf l und r leicht verräth. Unter P kommt vorn öfter eine sehr deutliche Schiefendfläche vor, welche meist v = $\frac{1}{19}$a : c : ∞b zu sein scheint, sie wird durch das Augitpaar i = $\frac{1}{10}$a : $\frac{1}{3}$b : c bestimmt, welches die Kanten P/l abstumpft. Es liegen folglich l v i r in einer Zone.

Rose zeichnete noch mehrere Flächen aus. Unter andern liegen: f = $\frac{1}{5}$a' : c : ∞b, g = $\frac{1}{7}$a : c : ∞b, z = $\frac{1}{27}$a' : c : ∞b, h = $\frac{1}{33}$a : c : ∞b in der Verticalzone. Das Augitpaar o = a : $\frac{1}{2}$b : c in der Diagonalzone von P; u = $\frac{1}{5}$a' : $\frac{1}{2}$b : c, d = $\frac{1}{5}$a' : $\frac{1}{12}$b : c, w = $\frac{1}{7}$a : $\frac{1}{8}$b : c, k = $\frac{1}{11}$a' : $\frac{1}{2}$b : c.

Alpinische Krystalle bilden fast immer Zwillinge: gekreuzte Blätter, in denen P einspiegelt. Sie haben also P gemein und liegen umgekehrt. Dieses Zwillingsgesetz erleichtert das Erkennen außerordentlich. Wenn die Krystalle sich kreuzen, so entstehen zweierlei Rinnen: die Rinne y/y' hat einen einspringenden Winkel 120° 54', den man leicht mittelst einer regulären sechsseitigen Säule controlirt; die Rinne zwischen den einspiegelnden P und P' macht durch die bauchigen x/x' = 94° 36', so daß langgezogene Krystalle sich fast rechtwinklig zu kreuzen scheinen. Manchmal sind es nur die unscheinbarsten tafelartigen Splitter, wie die von Dissentis, und doch kann man sie an dem Einspiegeln von P mit P' leicht erkennen. Wenn die Krystalle tafelartig werden, wie die gelben Tyroler, so kreuzen sie sich nicht, und die Rinne x/x' fällt weg, wohl aber bleibt der einspringende Winkel zwischen y/y', der dann orientirt. Fläche q spiegelt bei beiden ein, aber die schiefgestreiften l/l' machen einen stumpfen Winkel von 170° 12'. Nach dieser Saussure'schen Rinne unterschied Hauy eine Varietät canaliculé und cruciforme. Dagegen bildet Werners

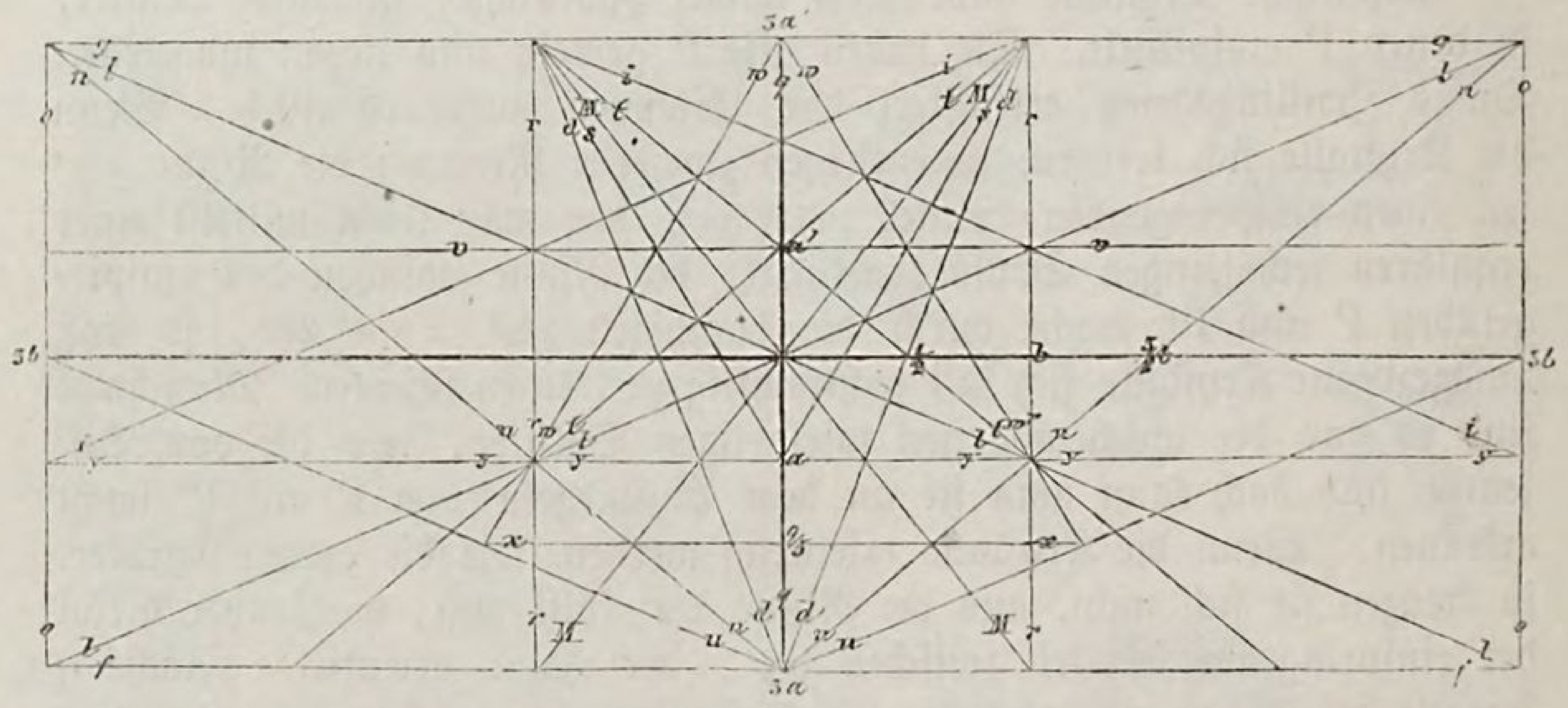
Braun-Menakerz, eingesprengt in den Syenit von Sachsen, Passau, Norwegen 2c. nie Zwillinge: es herrscht n/n = 136° 6' als Säule, welche am Ende durch P/y = 60° 27' zugeschärft wird. Hauy nahm sie zweigliedrig, da P/n = 144° 53' und y/n = 141° 35' nur um 3° von einander abweichen. Es gesellt sich dazu gern das kleine Dreieck x, auch pflegen öfter die Flächen r aus der Diagonalzone von P sammt t und l nicht zu fehlen. Selbst die in vulkanische Gesteine eingesprengten schließen sich diesem Gesetz an, wie die meist winzigen weingelben Krystalle selbst in der neusten Lava von Santorin beweisen.

Welches Ende man für das vordere oder hintere nehme, scheint ziemlich gleichgültig. Ich habe die Schiefendfläche P nach vorn gestellt, Rose nach hinten. Letztere Ansicht hat Analogieen beim Epidot und

Feldspath für sich, wo auch $\frac{1}{5}$ vorn und $\frac{1}{7}$ hinten liegt, doch scheint sich die Sache nicht ganz durchführen zu lassen. Bringt man übrigens die Flächen zu Papier, wie in obiger Projection geschehen, so tritt das Ganze in seiner wundervollen Harmonie klar zu Tage. Mit Hilfe der Kantenzonen kann man die schwierigsten Ausdrücke durch bloße Addition finden: die Fläche y geht z. B. durch $\frac{1}{17}a'$, weil $12 + 5 = 17$, die Fläche s schneidet in $\frac{1}{24}b$, weil sie durch $\frac{1}{17}a'$ und durch die Kantenzone $\frac{1}{7}$ geht, denn $7 + 17 = 24$.

Nachdem nun alle Zonen controlirt und richtig befunden sind, kann man leicht jede beliebige andere Fläche zur Projectionsebene wählen. Naumann nimmt $P = c : \infty a : \infty b$ an, und bestimmt aus Oktaeder yvrr die Axen $a : b : c = 1 : 2{,}342 : 1{,}537$, Axenwinkel a/c vorn 85° 6'. Damit ist dann aber der Vortheil rechtwinkliger Axen aufgegeben: so viele Oktaide, so viele Ausgangspunkte sind möglich. Naumann's Zeichen aller bekannten Flächen sind:

Projicirt auf die Schiefendfläche P.

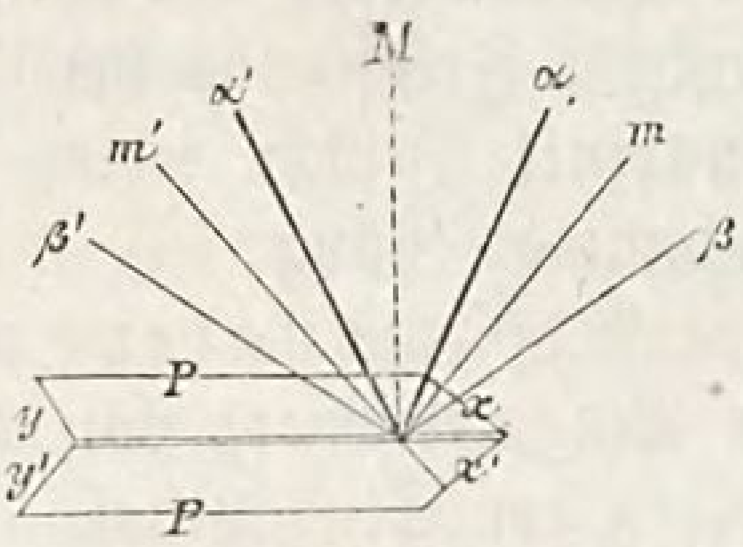


$P = oP = oc : a : b = 001$;	$l = \infty P = \infty c : a : b = 110$;
$y = P\infty = c : a : \infty b = 101$;	$v = -P\infty = c : a' : \infty b = 1'01$;
$r = (P\infty) = c : b : \infty a = 011$;	$q = (\infty P\infty) = \infty c : b : \infty a = 010$;
$i = -\frac{1}{2}P = \frac{1}{2}c : a' : b = 1'12$;	$g = -\frac{1}{3}P\infty = \frac{1}{3}c : a' : \infty b = 1'03$;
$t = -(2P2) = 2c : b : 2a' = 1'21$;	$f = \frac{1}{3}P\infty = \frac{1}{3}c : a : \infty b = 103$;
$x = \frac{1}{2}P\infty = \frac{1}{2}c : a : \infty b = 102$;	$u = \frac{1}{3}P = \frac{1}{3}c : a : b = 113$;
$M = (\infty P3) = \infty c : b : 3a = 130$;	$o = (\frac{1}{3}P\infty) = \frac{1}{3}c : b : \infty a = 013$;
$s = (4P4) = 4c : b : 4a = 141$;	$n = (\frac{2}{3}P2) = \frac{2}{3}c : b : 2a = 123$;
$z = -\frac{14}{9}P\infty = \frac{14}{9}c : a : \infty b = 14.0.9$;	$d = (2P6) = 2c : b : 6a = 163$;
$\omega = -(\frac{4}{3}P4) = \frac{4}{3}c : b : 4a' = 1'43$;	$k = \frac{2}{3}P2 = \frac{2}{3}c : a : 2b = 213$;
$\pi = \frac{1}{2}P = \frac{1}{2}c : a : b = 112$;	$p = \frac{1}{2}P2 = \frac{1}{2}c : a : 2b = 214$;
$h = \frac{5}{7}P\frac{5}{2} = \frac{5}{7}c : a : \frac{5}{2}b = 527$;	$m = \frac{2}{7}P = \frac{2}{7}c : a : b = 227$;
$n' = -(\frac{2}{3}P2) = \frac{2}{3}c : b : 2a' = 1'23$;	$\varepsilon = (2P2) = 2c : b : 2a = 121$;
$\zeta = (8P8) = 8c : b : 8a = 181$;	$\eta = (\frac{4}{5}P4) = \frac{4}{5}c : b : 4a = 145$;

$\varkappa = \frac{2}{3}P = \frac{2}{3}c:b:a = 223$; $\delta = \frac{2}{7}P = \frac{2}{7}c:b: a = 227$;
$\chi = (\frac{3}{2}P3) = \frac{3}{2}c:b:3a = 132$; $\vartheta = \frac{2}{3}P\frac{4}{3} = \frac{2}{3}c:\frac{4}{3}b: a = 436$.
Noch weitere Flächen führte Hessenberg (Abh. Senckenb. Nat. Ges. 1873 VIII. 28) an, der die Zahl der Symbole auf 44 brachte.

Die Zeichen sind allerdings einfacher, weil sie mehr dem allgemeinen Deductionsgange vom Oktaide y v r r zum Hexaide P l l und Dodekaide q i i sich fügen; besser wären noch die Oktaide y g r r oder t t r r gewesen, weil deren Kantenzonen reicher entwickelt sind: aber die Entwickelung ist, möchte ich sagen, nicht so interessant, und der Vortheil der rechtwinkligen Axen muß entscheiden.

Härte 5—6, Gew. 3,4—3,6. Zuweilen stark glänzend. Grüne und gelbe Farbe bei Alpinischen vorherrschend, braune bei den im Urgebirge eingesprengten. Pyroelektricität. Von optischem Interesse sind besonders die Tyroler Zwillingstafeln, 2 + 1gliedrige Dreiecke mit P n y oder vierseitige Platten mit P r y n, spargel- bis smaragdgrün von Edelsteinartiger Durchsichtigkeit. Die klaren Stellen zeigen in der Medianebene zwei undeutliche Farbenbilder bei gewisser Stellung je mit einem schwarzen Streif, aber stets ohne Lemniscaten und ohne schwarzes Kreuz. Vom Augit her wissen wir, daß das Folgen der Zwillinge sind, ein **Aufriß** in der **Medianebene** macht das sogleich



klar: nach Miller steht die Mittellinie m und m' senkrecht auf x und x', Axen $\alpha\beta$ machen etwa 30°, P/x 140°, daraus folgt $\beta\beta' = 110^0$ und $\alpha\alpha' = 50^0$, welche durch die senkrechte M halbirt werden. Man sieht also im Polarisationsmikroskop gleiche Axen d. h. 2gliedrige Ordnung.

Vor dem Löthrohr schmilzt er schwer, wallt und sprüht dabei etwas auf, mit Phosphorsalz kann man auf Kohle im guten Reductionsfeuer (besonders auf Zusatz von Zinn) Titanreaction bekommen.

$$\ddot{S}i^2\ \dot{C}a^3\ \ddot{T}i^3 = \ddot{S}i\ \dot{C}a\ \ddot{T}i$$

$$2\ \dot{C}a\ \ddot{S}i + \dot{C}a\ \ddot{T}i^3$$ (Berzelius) oder $\dot{C}a^3\ \ddot{S}i + \ddot{T}i^3\ \ddot{S}i$ (H. Rose).

Der Zillerthaler hat 32,3 $\ddot{S}i$, 41,6 $\dot{T}i$, 26,6 $\dot{C}a$, 1 $\dot{F}e$.

A l p i n i s c h e r o d e r e d l e r T i t a n i t (Sphen) mit Chlorit, in der ganzen Alpenkette als Zwilling verbreitet, hat öfter Farbe und Klarheit des Chrysoliths, und kann dann verschliffen werden. Solche Gemmen vom Rothen Kopf im Zillerthal zeigen ganz eigenthümliche Regenbogenfarben und andere Reflexe. Die Krystalle von den verschiedensten Fundorten des St. Gotthardt sind ringsum krystallisirt, weil sie oft kaum auf dem Muttergestein haften, erreichen aber selten Zolllänge. G r e e n o v i t (Descloizeaux Ann. Chim. 1847. XX) aus den Mangangruben von St. Marcel verdankt seine rosenrothe Farbe einem Mangangehalt. Wie Hessenberg (Abh. Senck. N. G. 1868. VII. 20) dargethan hat, kommen darunter Durchkreuzungszwillinge vor, wovon sich nur die oberen Arme links und rechts ausbilden, und die untern verkümmern. Es hat dann den Anschein als wenn die Zusammenwachsungsfläche, welche Descloizeaux auf 10c:b:∞a

bestimmt, Zwillingsebene sei, zumal da P/P' = 179° sein sollten. Natürlich wird diese vermeintliche Zwillingsebene ∞c : b : ∞a, sobald P und P' einspiegeln.

Syenitischer oder gemeiner Titanit findet sich in braunen einfachen Krystallen im weißen Feldspathgesteine mit Hornblende bei Passau, bei Weinheim im Odenwalde ꝛc. Im Syenit des Plauischen Grundes bei Dresden enthalten sie 5,8 $\ddot{F}e$, 2,3 $\ddot{Al}$ (Jahrb. 1866. 49), und wurden daher von Dana Grothit genannt. Der Granit der Normandie welcher in Paris zum Straßenpflaster dient, und der Obelisk von Luxor enthält ihn in zahlloser Menge. Besonders groß bei Arendal, wo sie mit Skapolith, Eläolith, Epidot ꝛc. oder auch im dortigen Zirkonsyenit brechen, wie im Ilmengebirge. Sie sind aber dunkelfarbiger als die Zirkone. Daran schließen sich die Vorkommen in vulkanischen Gesteinen: wie die kleinen weingelben aus dem Feldspathgestein vom Laacher See (Rose's *Spinellin*, Fleuriau's *Sémeline*) und aus dem Klingstein des Mariaberges bei Aussig. Mit honiggelben Titaniten kommt in Blöcken glasigen Feldspaths der Somma schwefelgelber 4gl. (nach v. Lang 2gl.) **Guarinit** (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. X. 14) vor, scheinbar von der gleichen Zusammensetzung.

Gelbmenakerz nannte Werner die grüngelben späthigen Massen im Magneteisenerz von Arendal, aus den Hornblendegeschieben von Villerspitz im Stubaythal. Ihr Aussehen erinnert an Spatheisenstein, allein wir haben nur zwei blättrige Brüche, die sich etwa unter 125° schneiden, aber mehr schaligen Absonderungen gleichen. Der dunkelbraune Lederit von Canada erzeugt mehrere Quadratzoll große Krystalle von blättriger Textur.

Silicate mit Titanoxyd sind folgende seltene Sachen:

a) *Schorlamit* Magnet-Cove bei den heißen Quellen in Arkansas, glänzend schwarz, aber meist derb. Nach Shepard $\dot{Ca}^4 \ddot{Si}^2 \ddot{Ti} \ddot{Fe}$ und 6gl., nach Rammelsberg regulärer Ferro-Titanit. Indifferent gegen polarisirtes Licht, deshalb vielleicht titanhaltiger Granat. Auch Titanit soll geschmolzen regulär erstarren.

b) *Mosandrit* Erdmann im Syenit auf Lamansskäret bei Brevig eingesprengt. Ein deutlich blättriger Bruch, Augitähnliche Form, dunkelroth braun, Gew. 3, H. 4. $\ddot{Si}$, $\ddot{Ti}$, $\dot{Ca}$, $\dot{La}$, $\dot{Ce}$, $\dot{Mn}$, $\dot{K}$, $\dot{H}$.

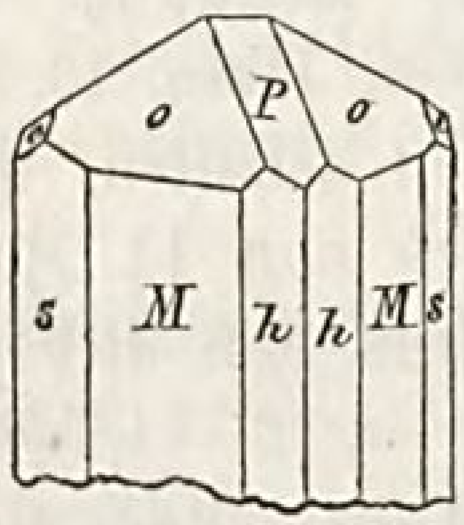
c) *Yttrotitanit* Scheerer Pogg. Ann. 63. 459 (Keilhauit) im Gneise von Buö bei Arendal eingesprengt. Ein blättriger Bruch, braunroth, G. = 3,7, H. = 6—7. 30 $\ddot{Si}$, 29 $\ddot{Ti}$, 18,9 $\dot{Ca}$, 9,6 $\dot{Y}$, 6,3 $\ddot{Fe}$, 6,1 $\ddot{Al}$. Wahrscheinlich blos Yttererdehaltiger Titanit.

d) *Tschewkinit* G. Rose Pogg. Ann. 48. 551 im Miascit des Ilmengebirges. Gadolinitartig schwarz. Gew. 4,5. Härte = 5. Mit 21 $\ddot{Si}$, 20,2 $\ddot{Ti}$, 47,3 $\dot{Ce}$ $\dot{La}$ Di, welche nicht von einander getrennt wurden, 11,2 $\dot{Fe}$, 3,5 $\dot{Ca}$. Hermann gibt sogar 21 Thorerde an. Sehr selten, wird aber häufig mit Ural-Orthit verwechselt.

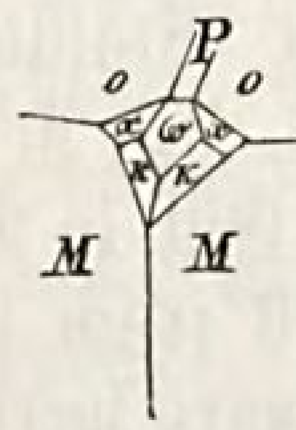
2. Ilvait Steffens.

Lelièvre (Gehlen, Journ. Chem. Phys. 1807 III. 86) untersuchte und nannte es 1806 Yenit nach der Stadt Jena, nach einer Angabe (Gehlen l. c. IV. Heft 1) um dadurch auf jene unglückliche Schlacht anzuspielen; nach einer andern, weil er Mitglied der dortigen Mineral. Gesellschaft war, und verkaufte es dabei zu ungeheuren Preisen (Rüppell Miner. Taschenbuch 1825. b. 389). Steffens Oryctogn. I. 356 schlug daher den passenderen Namen nach seinem Fundorte Elba vor, den Werner mit Liëvrit vertauschte, denn D'Aubisson's Lepor (Lepus Haase) fand keinen Anklang.

2gliedrige durch Längsstreifen entstellte Säulen, mit einem Paare P = a : c : ∞b auf die vordere Säulenkante aufgesetzt P/P = 112° 40'; von der Säule nimmt man M = a : b : ∞c 111° 12' gewöhnlich als Ausgangspunkt, obgleich diese meist durch s = a : $\frac{1}{2}$b : ∞c verdrängt ist, welche vorn in a 72° 16' macht. Hauy ging vom Oblongoktaeder PPMM als Primitivform aus, das gibt die Axen



a : b = 1,501 : 2,193 = $\sqrt{2,254}$: $\sqrt{4,808}$ = lg 0,17647 : lg 0,34097. Oktaeder o = a : b : c hat 138° 26' und 117° 34' in den Endkanten; die drei zugehörigen Hexaidflächen p = a : ∞b : ∞c, q = b : ∞a : ∞c und r = c : ∞a : ∞b kommen vor. Außerdem noch e 021, h 210, t 130, d 140, f 230, n 012, g 121, i 131, π 311. Wie complicirt die **Ecken** zuweilen **abgestumpft** sind, zeigte Hessenberg (Abh. Senckenb. Nat. Ges. III. 255) an Elbaer Krystallen mit ω 301, x 211 und k 411. Die Säulen immer durch viele Streifungen entstellt, doch orientirt man sich leicht entweder durch das ausgedehnte Paar P, oder durch die nicht abgestumpfte seitliche Endkante des Oktaeders, die sich gut mit dem Handgoniometer auf 117° messen läßt. Blätterbrüche nicht sonderlich deutlich, aber die Krystalle zeigen nach der Geradendfläche öfter einen eigenthümlichen gelblichen Schiller. Websky (Monatsber. Berl. Akad. 1876. 201) sucht einen Isomorphismus mit Humit nachzuweisen.



Schwarz, mit halbmetallischem Fettglanz im Querbruch. H. 5—6, Gew. 4. Leicht durch einen Brauneisenocker-Beschlag zu erkennen, wodurch er sich schnell vom Turmalin unterscheidet.

$\dot{C}a^3 \dddot{S}i + 4 \dot{F}e^3 \dddot{S}i$ (Fer siliceo-calcaire)

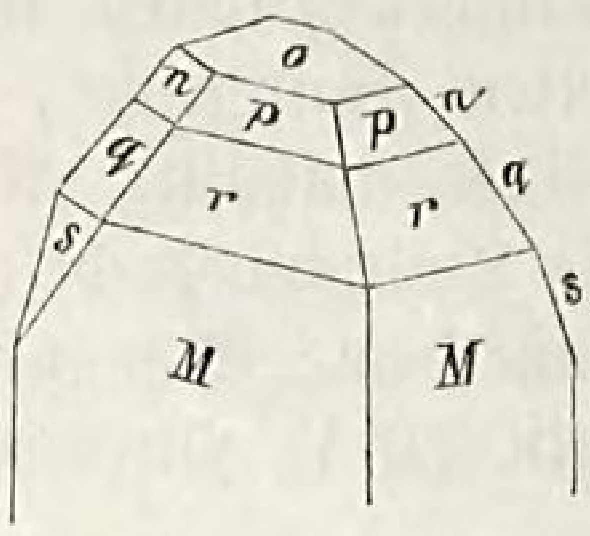
war die älteste Formel von Berzelius. Löst man indessen das Mineral in Salzsäure, wobei die Kieselerde sich als gelbe Gallerte ausscheidet, so wird mit Kohlensaurem Baryt nur ein Theil des Eisens, das $\dddot{F}e$ gefällt, während noch viel $\dot{F}e$ in der Lösung bleibt; auch gibt die Behandlung mit Schwefelwasserstoff einen weißen Niederschlag von Schwefel, was auf Eisenoxyd deutet ($\dddot{F}e$ + 3 HS = 2 Fe S + 3 $\dot{H}$ + S). Daher änderte Berzelius später die Formel in $\dot{C}a^3 \dddot{S}i + 3 \dddot{F}e \dddot{S}i$, wobei ein Theil der $\dot{C}a$ durch $\dot{F}e$ vertreten wird. Aber auch diese ist jetzt aufgegeben, denn

Rammelsberg fand $\ddot{Si}^4 = 29$, $\ddot{\overline{Fe}}^2 = 24{,}6$, $\dot{Fe}^6 = 33{,}1$, $\dot{Ca}^3 = 13{,}4$, abgesehen von dem geringen Gehalt an Manganoxydul, das gäbe $3(\dot{Fe}^2, \dot{Ca})^3 \ddot{Si} + \ddot{\overline{Fe}}^2 \ddot{Si}$. Da nun aber etwas Wasser vorhanden ist, so wird er jetzt $\dot{\overline{H}}\,\dot{Ca}^2\,\dot{Fe}^4\,\ddot{\overline{Fe}}\,\ddot{Si}^4$ geschrieben. Wegen des bedeutenden Eisengehaltes schmilzt er leicht zu einer magnetischen Kugel. Hauptfundort Elba, wo er südlich von Rio im „strahligen Augit" der dortigen auf Marmor ruhenden Glimmerschiefer Drusenräume füllt, die kleinen Krystalle im Kalkspath und Quarz sind prachtvoll. Auch zu Kupferberg in Schlesien kam er vor. Schneeberg, Norwegen, Rhode-Island, Grönland, Nassau von Herborn bis Roth auf kieseligen Eisenerzlagern zwischen Culm und Melaphyr in Begleitung von Babingtonit. **Dimagnetit** (Shepard Amer. Journ. 13. 392) von Monroe wurde Anfangs für 2gliedriges Magneteisen gehalten, ist aber nach Blake Ilvait oder Afterkrystall nach Magneteisen von $1\frac{1}{2}$ Zoll Länge mit 130° Säulenwinkel. Hisingerit Berzelius von Riddarhyttan bildet derbe Ueberzüge mit muscheligem Bruch, H. = 3—4, Gewicht 3. Fettglanz, pechschwarz mit grünlich braunem Strich. Nach Rammelsberg (Pogg. Ann. 75. 398) $\dot{Fe}^3 \ddot{Si} + 2\,\ddot{\overline{F}}\,\ddot{Si} + 6\,\dot{\overline{H}}$. Der von der Gillinger Grube hat $9\,\dot{\overline{H}}$. Kobell's Thraulit von Bodenmais liegt auf Magnetkies mit Dichroit und Vivianit, außerordentlich spröde, Opalbruch, pechschwarz mit auffallend ochergelbem Strich. Breithaupt's Thuringit soll ein wasserhaltiger Ilvait $3\,\dot{Fe}^3 \ddot{Si} + \ddot{\overline{Fe}}^2 \ddot{Si} + 9\,\dot{\overline{H}}$ sein. Der fasrige Anthosiderit aus dem Magneteisen von Brasilien rc. hier zu vergleichen. Chlorophäit Maculloch $(\dot{Fe}, \dot{Mg})\,\ddot{Si}^3 + 6\,\dot{\overline{H}}$, derbe Punkte im Mandelstein auf den Faröer Inseln, zu Gill in Massachusetts, schwarz, serpentinartig mild, Härte 3, Gew. 2. Soll frisch pistaciengrün aussehen, aber schon nach wenigen Stunden schwarz werden. Manche auch strahlig blättrig. Wahrscheinlich zu den Afterbildungen der Serpentine gehörig. Den Krokydolith siehe beim Asbest pag. 332.

3. Gadolinit.

Arrhenius entdeckte ihn im Granit von Ytterby bei Stockholm, und Geyer (Crells Ann. 1788) machte ihn zuerst bekannt. Wegen seines schwachen Anschwellens vor dem Löthrohr hielt man ihn im Cronstedt'schen Sinne für schwarzen Zeolith. Gadolin fand (K. Vet. Acad. Handl. 1794) aber eine neue Erde (Gadoliniterde) darin, welche Eckeberg nach dem Fundorte des Minerals Yttererde nannte. Die erste jener merkwürdigen Erden der nordischen Minerale. Daher auch Ytterit, Ytterbyt genannt.

Krystalle zwar sehr selten, doch gab schon Hauy einen Oktaederwinkel von 109° 28′, und Phillips einen Säulenwinkel von 115° an, weßhalb man lange an die gleichen Epidotwinkel und an gewendetes 2+1gliedriges Krystallsystem dachte. Nordenskjöld konnte jedoch **Krystalle von Kararfvet** genau messen, fand allerdings M/M 116° und n/n 110° 52′, aber M/o 90°, was für **Zweigliedrigkeit** spricht, dem Scheerer (Jahrb.



1861. 184) beistimmt: r 111, M 110, q 011, p 112, n 012, s 021. Da die Krystalle nur selten gut ausgebildet und häufig verdrückt sind, so lassen sich daraus die scheinbaren Widersprüche verschiedener Ansichten genügend erklären. Dagegen konnte Prof. Waage in Christiania (Jahrb. 1867. 693) kleine Krystalle von Hitteröe messen, die vollständig mit Epidot stimmten. Vollkommen ausgebildete Krystalle erreichen dort über 1½ ℔ Schwere. Dagegen schienen die Krystalle mit Orthit in Granitgängen des Radauthales am Oberharze nach Rath (Pogg. Ann. 144. 576) zweigliedrig zu sein. Nach Descloizeaux (Ann. Chim. Phys. 1869 4 ser. XVIII) sind sie stark doppeltbrechend mit »dispersion inclinée«, daher suchte Rammelsberg (Ztschr. deutsch. geol. Ges. XXI. 807) einen Isomorphismus mit Datolith und Euklas nachzuweisen.

Schwarz, Obsidianartiger Bruch, Splitter grünlich durchscheinend, daher auch mit grünlich grauem Strich. Härte 6—7, Gew. 4,1—4,35.

Vor dem Löthrohr nur an dünnen Kanten schmelzbar. Nimmt man etwas größere Stücke in die Platinzange, und nähert sich aus größerer Ferne allmählig der Flamme, so überziehen sie sich schnell mit einem hellen Schein (Aufglühen). Der Lichtschein geht aber schnell vorüber, und dann zeigen es die Stücke nicht wieder. Man erklärt es als ein Abgeben latenter Wärme. Es tritt kein Unterschied im absoluten, wohl aber im specifischen Gewicht ein, indem sich letzteres von 4,157 auf 4,319 (Ytterby, Pogg. Ann. 103. 315), sogar von 4,35 auf 4,63 erhöht (Hitteröe, Pogg. Ann. 51. 493). Die Stücke brennen sich gelblich. Die mehr unreinen Varietäten mit splittrigem Bruch sollen das Aufglühen nicht zeigen, dafür aber blumenkohlartig anschwellen. Man gibt ihm die Formel

$$(\dot{Y}, \dot{Ce}, \dot{Fe})^3 \ddot{Si}.$$

Berzelius fand in dem glasigen von Finbo 25,8 $\ddot{Si}$, 45 Yttererde, 16,7 Ceroxydul, 10,3 $\dot{Fe}$, und 2,2 Verlust; Scheerer im glasigen von Hitteröe 9,6 Beryllerde, und nach Mosander (Pogg. Ann. 60. 311) besteht die Yttererde aus dreierlei Basen: Yttererde, Terbium- und Erbiumoxyd. Das Ceroxydul enthält Lanthan und wahrscheinlich auch Didym. Optisch unterscheidet Descloizeaux zwei Varietäten: eine 2axige krystallinische mit Beryllerde, welche selbst nach dem Glühen noch durchscheinend bleibt und eine amorphe Beryllerde freie mit und ohne Lichtschein, ohne die geringste Spur von Polarisation. Gewöhnlich sollen die Stücke aus einem Gemisch von amorpher und krystallinischer Masse bestehen. Nach Bunsen gibt Chloryttrium die schönsten linienreichen Funkenspectra Pogg. Ann. 155. 381), außerdem konnte mittelst solcher elektrischer Spectra Erbium, Didym, Cer, Calcium, Natrum nachgewiesen werden.

Vorkommen in grobkörnigen Graniten Schwedens, die unregelmäßige Gänge im Gneise bilden: Insel Ytterby bei Stockholm in einem Feldspathbruch, Ittergrufva genannt (Jahrb. 1860. 790); östlich von Falun der Steinbruch Finbo, westlich das Feld Broddbo mit seinen berühmten er-

ratischen Blöcken und der Hof Kararfvet. Die Stücke erreichen nicht selten Faustgröße, sind gewöhnlich gerundet, und von einer unreinern Rinde umhüllt. An der Südküste Norwegens zeichnet sich westlich von C. Lindesnaes besonders die Insel Hitteröe aus. Yttererdehaltig sind außerdem: Phosphorsaure Yttererde 62 $\dot{Y}$, Fergusonit 42 $\dot{Y}$, Yttrotantalit 30 $\dot{Y}$, Yttrotitanit 9,6 $\dot{Y}$, Yttrocerit 9 $\dot{Y}$, Samarskit 11 $\dot{Y}$.

4. Orthit Berz.

Berzelius analysirte ihn 1815 von Finbo, wo er in demselben Feldspath wie Gadolinit vorkommt. Er bildet lange schmale plattige Strahlen, wornach er den passenden Namen bekam (ὀρϑός grad). Melanerz Mohs.

Epidotkrystallisation pag. 347, was nicht blos der Winkel M/T = 115° beweist, sondern zu Sillböle bei Helsingfors bestehen auch die wahren Epidote innen häufig noch aus Orthit. Nach Descloizeaux (Ann. Chim. 1860. 59. 365) gibt es jedoch auch hier, wie beim Gadolinit amorphe und krystallinische Varietäten, und die amorphen könnten möglicher Weise Afterkrystalle sein. Die Formen sind nicht schön und selten. Doch haben Kokscharow (Mat. Miner. Rußl. III. 350) und G. vom Rath (Pogg. Ann. 113. 281) einen großen Flächenreichthum nachgewiesen. Gewöhnlich erscheinen nur Strahlen im Granit, die auf dem Querbruch Gadolinit gleichen, aber leichter sind, Gew. 3,6, Härte 6. In Salzsäure geben sie oft eine Gallerte.

Vor dem Löthrohr schmelzen sie leicht und werfen dabei lange Zeit hindurch Blasen, ohne sich wie der Epidot in eine unschmelzbare Schlacke zu verwandeln. Berzelius fand in denen von Finbo 36,2 $\ddot{Si}$, 14 $\ddot{\bar{Al}}$, 17,4 $\dot{Ce}$, 3,8 $\dot{Y}$, 11,4 $\dot{Fe}$, 1,3 $\dot{Mn}$, 4,8 $\dot{Ca}$, 8,7 $\dot{\bar{H}}$. Das Cer hat sich auch hier Lanthan-Didymhaltig gezeigt, Yttererde ist minder wesentlich. In den großen Krystallen der Näsgrube bei Arendal fand Strecker sogar 17,5 $\dot{Cu}$. Lange tastete man nach passenden Formeln, bis endlich die Formgleichheit mit Epidot, wie es scheint, auf den richtigen Weg geleiten möchte. Th. Scheerer (Dissertatio de fossilium Allanit, Orthit, Cerit, Gadolinitque natura et indole. Berlin 1840 pag. 27) nahm zwar noch die Formel an:

$$2\,(\ddot{\bar{Al}},\ \ddot{\bar{Fe}})\ \ddot{Si} + 3\,(\dot{Ce}\ \dot{Fe},\ \dot{Ca},\ \dot{Y},\ \dot{La})^3\ \ddot{Si},$$

doch da man Lanthan und Didym von Cer noch nicht quantitativ trennen konnte, auch die beiden Oxydationsstufen des Eisens nicht genau bestimmt waren, so könnte wohl die 3 vor dem zweiten Gliede wegfallen, und wir hätten dann genau die Epidotformel pag. 346. Rammelsberg (Pogg. Ann. 76. 98) wählte dagegen die Granatformel $\dot{R}^3\ \ddot{Si} + \ddot{\bar{R}}\ \ddot{Si}$, außerdem schien ihm ein Atom $\dot{\bar{H}}$ wesentlich, und im Orthit von Hitteröe mit 1017 Atomvolumen fand sich 8 $\ddot{\bar{Fe}}$ und 8 $\dot{Fe}$. Der Orthit vom Ural (1921 Atomvol.) mit dem Arendaler Epidot (1268 Atv.) verglichen gibt das Verhältniß 1017 : 1268 : 1921 = 3 : 4 : 6, woraus man den Isomorphismus

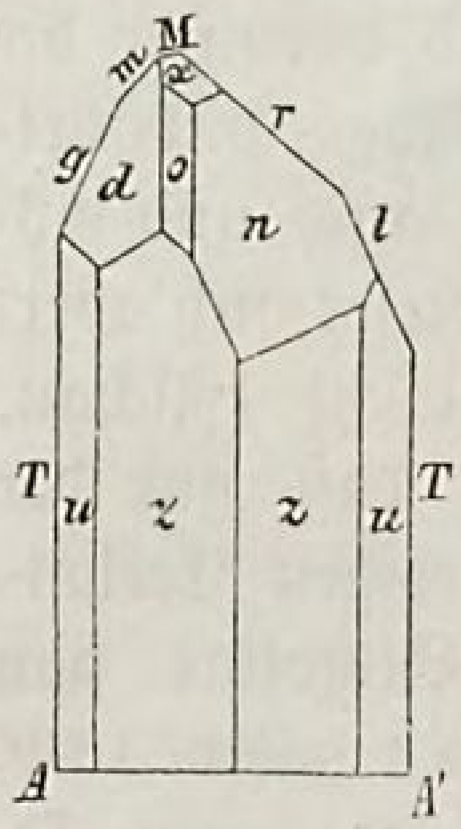
erklären wollte. Seit man auf das Wasser mehr Gewicht legt, wählt man die Formel $\dot{H}^2$ $\dot{C}e$ $\dot{C}a$ $\dot{F}e$ $\ddot{A}l$ $\dddot{S}i^6$.

Verbreitung ist viel größer als vom Gadolinit. In der Skandinavischen Halbinsel gibt Scheerer allein 60 Stellen an, und darunter die kolossalen Exemplare von Hitteröe, die mehrere Fuß im Ganggranit fortsetzen. Die Strahlen gehen drusenartig von einem Punkte aus, und mögen eher erhärtet sein, als der sie umgebende Granit, da dieser sich abermals in strahliger Anordnung auf sie als Unterlage ansetzt (Zschau, Leonhard's Jahrb. 1852. 656, 1855. 513). Lange glaubte man, daß nur der Norden (Nordamerika, Grönland, Finnland) jene merkwürdigen Cerhaltigen Fossile liefere. Dann fand aber Breithaupt im Oligoklas von Boden bei Marienberg im Erzgebirge (Bodenit Leonhard's Jahrb. 1849. 558) ein strahliges dunkelfarbiges Fossil mit 10,5 $\dot{C}e$, 17,4 $\dot{Y}$, 10,3 $\ddot{A}l$, 26 $\dddot{S}i$, was also allem Anschein nach mit dem nordischen Fossile übereinstimmt. Credner (Jahrb. 1848. 199) glaubt ihn im Thüringer Wald bei Brotterode und an andern Punkten im Granit gefunden zu haben, Zschau (Jahrb. 1852. 652) beschreibt zolllange Strahlen aus den granitischen Bändern der Titanit-Syenite des Plauischen Grundes bei Dresden, G. Leonhard (Jahrb. 1853. 554. 1856. 396) ähnliche in Granitgängen der Syenite von Sulzbach bei Weinheim im Odenwald, F. Sandberger (Jahrb. 1857. 808) sogar aus dem Granit des Blauen bei Badenweiler. Spessart, Harz, Riesengebirge 2c.

Allanit untersuchte Thomson schon 1808. Allan kaufte ihn aus einer von Engländern gekaperten Sammlung, die ohne Zweifel von Gieseke stammte, der das Mineral im Grönländischen Granit von Iglorsoit 2c. entdeckte. Die schwarzen dicken unreinen Säulen zeigen ziemlich genau einen Winkel von 115°, und da schon Thomson 31,5 $\dot{C}e$ und 4,1 $\ddot{A}l$, Stromeyer dagegen 21,6 $\dot{C}e$ und 15,2 $\ddot{A}l$ darin fanden, so hält man ihn trotz seines verschiedenen Aussehens für wasserfreien Orthit, und sucht so gut es eben geht die Analysen anzupassen. Am schwarzen Krux bei Schmiedefeld im Thüringer Walde häufig (Dr. Bauer, Württ. Jahresh. 1872. 246). Der schwarze

Cerin Hisingers mit Cerit zusammen von Riddarhyttan hat 26,2 Lanthanhaltiges Ceroxydul, die Yttererde soll ihm fehlen, und die 6,5 $\ddot{A}l$ werden durch 25 $\ddot{F}e$ $\dot{F}e$ verstärkt. So wenig die Analyse stimmt, so scheinen doch die kleinen tafelartigen Krystalle, die sich besonders im Kupferkiese finden, genau Epidot zu sein; gewöhnlich als Zwillinge, die T gemein haben, und umgekehrt liegen, wurden sie anfangs zweigliedrig beschrieben, doch sollen sie nach G. Rose (Kryst. Chem. Miner. pag. 85) vollkommen mit Epidot stimmen! Hermann's pechschwarzer **Ural-Orthit** im Miascit des Ilmengebirges wurde lange mit Tschewkinit verwechselt. Vor dem Löthrohr schwellt er blumenkohlartig auf. **Bagrationit** (Pogg. Ann. 73. 182) fand der Fürst Bagration in den Halden von Achmatowsk, nur dieses einzige flächenreiche und meßbare Exemplar (Kokscharow

(Mat. Min. Rußl. III. 357) existirt, und kam durch den Herzog von Leuchtenberg nach München. **Bucklandit** wurde 1824 aus dem Kalkspath von Arendal beschrieben, sein Name dann auf mehrere Epidot- und Orthitartige Minerale übergetragen. Die **flächenreichsten Täfelchen** hat Hr. v. Rath (Pogg. Ann. 113. 281) aus Drusen der trachytischen Auswürflinge des Laacher See's beschrieben. Sie gehören aber zu den größten Seltenheiten. In der Stellung von Marignac pag. 345 genommen erhalten wir z 110, u 210, T 100, M 301, m 701, g 11.0.1, r 5'01, l 13'.0.1, o 381, d 11.8.1, n 5'81, x 1'41; z/z 109° 8', M/r 116° 36', M/T 115° 1' gibt A : b : c = 6,355 : 4,528 : 1, vorn macht A/c 89° 41' 30".



Frisch rein schwarz, kurze Zeit dem Lichte und der Luft ausgesetzt, wird die Oberfläche stellenweis irisirend. Die Analyse gab 20,89 Ce, „das erste in Vulkanischen Gesteinen", später auch in den Sommaauswürflingen (Pogg. Ann. 138. 492).

Ein Grund warum diese „Cerhaltigen Epidote" sich so hartnäckig der wahren Deutung entzogen haben, liegt theilweis auch in ihrer leichten Verwitterung: sie nehmen Wasser auf, ja Berzelius untersuchte einen **Pyrorthit** von Kararfvet, der obgleich sehr dem Orthit jener Gegend gleichend, weicher als Kalkspath war, nicht blos 26,5 $\dot{H}$, sondern sogar 31,4 Kohle und Verlust zeigte, daher auf Kohle förmlich Feuer fing und fortglimmte. Asphalt zwischen den Glimmerplatten der Ganggranite kommt in Schweden oft vor.

5. Cerit Berz.

Schon von Cronstedt 1751 als Bastnäs-Tungsten gekannt. Hisinger und Berzelius entdeckten darin 1804 ein neues Metall, was sie nach dem Planeten Ceres Cerium nannten, und darnach das Mineral Cerit, was Klaproth (Beitr. IV. 140) in Cererit veränderte, „damit man nicht an Wachs denke"! Werner nannte es Cerinstein, den man mit Cerin nicht verwechseln darf.

Die Krystalle sollen zwar nach Haidinger niedrige reguläre sechsseitige, nach Nordenskiöld rhombische Säulen von 90° 4' sein, allein er findet sich gewöhnlich nur in derben feinkörnigen röthlichen Massen, die an dichten Granat erinnern. Obgleich im Ganzen matt, so zeigen doch gute Stücke einen starken innern Glanz. Knapp Feldspathhärte und Gew. 5.

Das Gestein brach früher auf der neuen Bastnäs-Grube bei Riddarhyttan in Westmanland auf einem Kupferkieslager mit Strahlstein im Gneis. Feine Erzpunkte von Molybdän sind vielfach eingesprengt, die man wegen ihrer Feinheit leicht mit Bleiglanz verwechseln kann. Außerdem ziehen sich zwischen dem rothen Cerit schwarze Wolken durch, die mehr Cerinhaltig scheinen, und stellenweis ganz zu schwarzem Cerin werden.

Gerade aus diesen Massen, rothen wie schwarzen, kann der Chemiker sich Cerium am leichtesten in größern Portionen verschaffen. In ihnen wurde daher nicht blos das Cerium, dessen rothbraunes Oxyd Klaproth Ochroiterde nannte, entdeckt, sondern 1839 fand Mosander, daß sich im Ceriumoxyd etwa $\frac{2}{5}$ eines neuen Metalls verstecke, welches die Eigenschaften des Ceriums nur wenig abänderte. Er nannte es daher Lanthan (*λανθάνω* verborgen). 1842 entdeckte derselbe sogar, daß das Ceroxyd und Lanthanoxyd stets noch ein anderes Oxyd enthalte, für dessen Metall er deßhalb den Namen Didym (*δίδυμοι* Zwillinge) wählte. Chlorlanthan gibt ein linienreiches Funkenspectrum (Pogg. Ann. 155. 378).

$$(\dot{Ce}, \dot{La}, \dot{Di})^3 \, \ddot{Si} + 3 \, \dot{H} = 18 \, \ddot{Si}, \; 68{,}6 \, \dot{R}, \; 9{,}6 \, \dot{H} \text{ ꝛc.}$$

ein Gehalt an $\dot{Fe}$ und $\dot{Ca}$ unbedeutend. Rammelsberg fand 64,5 Ceroxydul, 7,3 Lanthan- und Didymoxyd und nur 5,7 Wasser, was die Formel $\dot{R}^2 \, \ddot{Si} \, \dot{H}$ gäbe. Unschmelzbar, brennt sich aber gelb, löst sich nicht sonderlich schwer im Borax, gibt dunkelgelbe Gläser, die kalt lichter werden.

Durch Zersetzung bildet sich Cerhaltiges $\dot{La}^3 \, \ddot{C} \, \dot{H}^3$ (**Lanthanit** Haid.), was Berzelius früher für Kohlensaures Ceroxydul hielt. Gelblich weiße blättrige Täfelchen, früher quadratisch jetzt rhombisch 92° 46′ genannt, unter Kalkspathhärte. Bastnäs-Grube. Bethlehem in Pennsylvanien.

Tritomit Weibye (Pogg. Ann. 79. 299) aus dem Syenit von Lamö bei Brevig, wahrscheinlich tetraedrisch, weil es beim Zerschlagen immer dreiseitige Durchschnitte bildet. Dunkelbraun, Härte 6—7, Gew. 4—5. Enthält 20 $\ddot{Si}$, 40,3 $\dot{Ce}$, 15 $\dot{La}$, Yttererde, Wolframsäure, Zinn ꝛc.

Parisit aus den Smaragdgruben des Hrn. Paris im Mussothale von Neugranada, wird als scharfes Dihexaeder von 120° 34′ in den Endkanten beschrieben, was einer sechsseitigen Säule sehr ähnlich sieht, Geradendfläche blättrig. Optische Axe +, bräunlich gelb, Gew. 4,3, Flußspathhärte. $8 \, \dot{R} \, \ddot{C} + \dot{R} \, \dot{H}^2 + 2 \, Ca \, Fl$, worin $\dot{R} = \dot{Ce}, \dot{La}, \dot{Di}$. Nehmen wir dazu Fluorcerium mit 82 p. C. $\dot{Ce}$, Monazit 50 $\dot{Ce} \, \dot{La}$, Tschewkinit 47 $\dot{Ce} \, \dot{La} \, \dot{Di}$, Yttrocerit 18 $\dot{Ce}$, Aeschinit 11 $\dot{Ce} \, \dot{La}$, so haben wir die wichtigsten Cerfossilien beisammen. Der dunkelbraune Kischtim-Parisit (Kokscharow Mater. IV. 40) von der Hütte Kischtimsk am Ural steht damit in naher Beziehung, 37,5 $\dot{La}$, 26,8 $\dot{Ce}$, 6 Fl, nur $\dot{Ca}$ fehlt. Im Wasit (Pogg. Ann. 119. 572) aus den Scheeren von Stockholm wollte Bahr ein neues Metalloxyd Wasium entdeckt haben, was sich nicht bestätigt hat Pogg. Ann. 155. 383.

6. Thorit Berz.

Wurde von Pastor Esmark 1828 in einem bräunlichen Faserzeolith (Bergmannit), der im Zirkon-Syenit auf Insel Lövön bei Brevig im südlichen Norwegen bricht, entdeckt. Berzelius fand darin die seltene Thorerde, welche er nach dem nordischen Gott Thor nannte (Pogg. Ann. 15. 633 und 16. 385). Wie der Gadolinit gleichen die kleinen derben Stücke

einem schwarzen Obsidian, mit rostfarbenem Ueberzuge, graulich rothem Strich, Gew. 4,6, vom Messer leicht geritzt.

Im Löthrohr unschmelzbar, und sich gelb brennend, $\dot{T}h^3 \dddot{S}i + 3\dot{H}$ mit 19 $\dddot{S}i$, 58 $\dot{T}h$, 2,6 $\dot{C}a$, 3,4 $\ddot{F}e$, 2,4 $\ddot{M}n$, 1,6 Uranoxyd, 9,5 $\dot{H}$, etwas Blei, Zinn, Kali, Natron rc., das Spectrum gibt $\dot{D}i$, $\dot{C}e$, $\dot{L}a$ an. Oxalsaures Ammoniak löst Oxalsaure Thorerde, dagegen $\dot{C}e$, $\dot{L}a$, $\dot{D}i$, $\dot{Y}$, $\dot{E}r$ nicht, aber dieselbe gibt weder in Flamme noch Funkenstrom brauchbare Linien, Pogg. Ann. 155. 383.

Orangit Krantz (Pogg. Ann. 82. 586), nach seiner Pomeranzengelben Farbe genannt, in der gleichen Gegend des Langesundsfjord, öfter ganz von Thorit umgeben, ist ohne Zweifel dasselbe nur reinere Mineral. Nach Zschau Quadratoktaeder von 123° 15′, wie beim Zirkon. Afterkrystalle nach Feldspath (Pogg. Ann. 92. 251). Splittriger Bruch, Härte 4—5, Gew. 5,3. Bergemann wollte darin ein neues Metall Donarium gefunden haben, es hat sich aber bald gezeigt, daß es nur durch Uran, Vanadin, Zinn rc. verunreinigte Thorerde war (Pogg. Ann. 85. pag. 555) $\dot{T}h^3 \dddot{S}i \dot{H}^2$. Nordenskjöld vermuthet, daß Thorerde mit Zinnoxyd isomorph sei, doch sind die Formen der künstlich krystallisirten Thorerde nicht ganz entscheidend. Man würde dann $\ddot{T}h \ddot{S}i$ schreiben, und das Wasser als Folge der Verwitterung ansehen.

Die der Yttererde so verwandte Thorerde ist außerdem bekannt im Pyrochlor 13 $\dot{T}h \dot{C}e$, Monazit 18 $\dot{T}h$, Tachyaphaltit 12 $\dot{T}h$, Samarskit 6 $\dot{T}h$, und nach Hermann sogar im Tschewkinit 21 $\dot{T}h$ und Aeschynit 22,6 $\dot{T}h$.

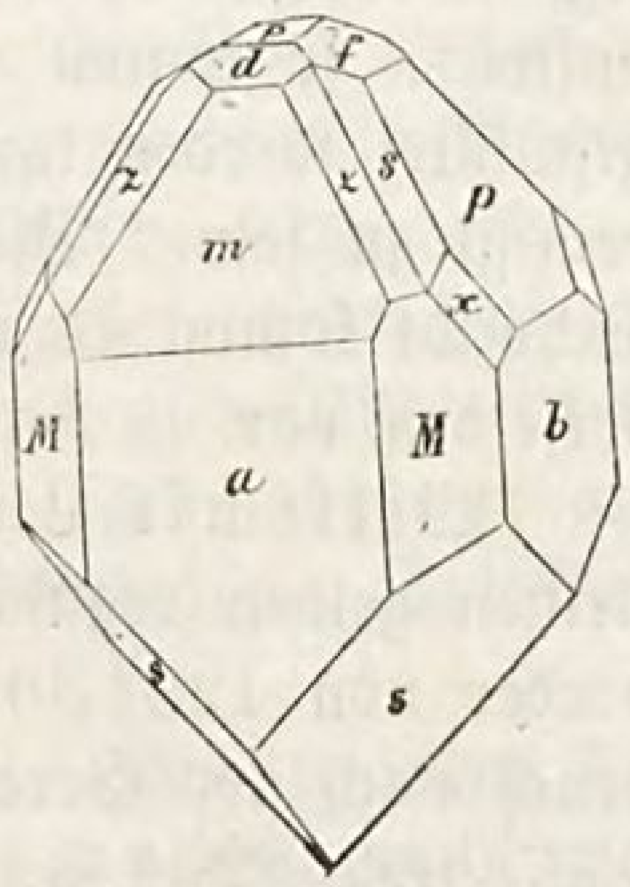
7. Kieselzinkerz.

Werner hatte es vorzugsweise beim Galmei, wo man es auch abhandeln könnte, wegen der Zinkischen Basis. Schon Bergman 1779 erkannte darin die Kieselerde, doch gab erst Smithson (Philos. Transact. 1802) eine brauchbare Analyse. Hauy (Miner. IV. 214) beschrieb es unter Zinc oxydé. Sein Aussehen ist schwerspathartig, daher Zinkbaryt Mohs, unpassender Zinkglas Hausmann. Kieselzinkspath, Hemimorphit, Calamine, da es früher nicht vom Galmei unterschieden werden konnte.

Zweigliedriges System, aber meist in kleinen Krystallen, nur bei Nertschinsk erreichen die oblongen Tafeln $1\frac{1}{2}''$ Länge, woran die lange Seite eine deutlich blättrige Säule $M = a : b : \infty c$ von 103° 56′ bildet, die Zuschärfung auf die scharfe Kante $f = b : c : \infty b$ hat 128.28 nach den Messungen von Lévy, das gibt

$a : b = 1{,}62 : 2{,}072 = \sqrt{2{,}626} : \sqrt{4{,}292}$, lga 0,20965, lgb 0,31632. Dauber (Pogg. Ann. 92. 245) fand dagegen $a : b = 1{,}633 : 2{,}098$ und Schrauf (Sitzungsb. Wien. Akad. 1859. 38. 15) $a : b = 1{,}64 : 2{,}093$. Die Fläche $b = b : \infty a : \infty c$ gewöhnlich übermäßig ausgedehnt, und nach ihr breiten sich die Krystallgruppen fächerförmig aus, so daß man sie

leicht entziffern kann. Das dritte zugehörige Paar d = a : c : ∞b mit der dreifach schärfern m = a : 3c : ∞b fehlen fast nie, und auf die stumpfe Kante findet sich kein anderes Paar aufgesetzt. Dagegen kommen auf die scharfe eine ganze Reihe vor 2b : ∞a, $\frac{1}{2}$b : ∞a, p = $\frac{1}{3}$b : ∞a, $\frac{1}{5}$b : ∞a, $\frac{1}{7}$b : ∞a, und da nun auch P = c : ∞a : ∞b nicht fehlt, so scheint diese Zone nicht selten ganz gerundet. In der Säulenzone liegen a = a : ∞b : ∞c, a : $\frac{1}{3}$b : ∞c und a : $\frac{1}{5}$b : ∞c. Oktaeder finden sich selten, doch kommen am **Altenberg** bei Aachen kleine ringsum ausgebildete Krystalle vor, welche am untern sonst immer aufgewachsenen Ende das vollständige Oktaeder s = a : $\frac{1}{2}$b : c zeigen ohne P und alle andern Nebenflächen, während oben P oder die Paare herrschen, und die s entweder ganz fehlen, oder doch nur untergeordnet auftreten. Das nicht selten sehr complicirte Oberende zeigt öfter noch z = $\frac{1}{2}$a : b : c, x = a : $\frac{1}{4}$b : c und n = $\frac{1}{4}$a : $\frac{1}{3}$b : c, so daß also das Hauptoktaeder nicht vorkommen würde (G. Rose Abh. Berl. Akad. 1843 pag. 70). Mit dieser merkwürdigen von Mohs entdeckten polaren Hemiedrie scheint auch die schon von Hauy entdeckte Pyroelektricität im Zusammenhange zu stehen, denn die (untere) Oktaederspitze zeigt sich immer antilog, und das freie Oberende analog elektrisch. Es kommen auch Zwillinge vor, welche die Geradendflächen P ihrer Oktaederspitzen gegen einander kehren, sonst aber ganz parallel stehen, wenn hier die einspringenden Winkel von s/s' sich ausfüllen, so sind es einfache an beiden Enden gleich ausgebildete Krystalle, die an ihren Axenpolen c nur analoge Elektricität zeigen, während in der Mitte die antilogen Pole liegen. Einen flächenreichen Krystall bildet Hessenberg (Abh. Senckenb. Mus. 1858. II. 270) ab.



Leicht und stark durch Erwärmen elektrisch. Rieß erhitzte es bis auf 40°, nach Hauy zeigte es sogar noch bei — 6° eine bemerkbare Einwirkung auf die Magnetnadel von Coulombs Drehwage. Farblos bis weiß, oder doch nur mit zufälligen Farben, etwas stark glänzend, H. = 5, Gew. 3,38. Durch Reibung phosphorescirend. Optisch +, Axenebene liegt in bc, Axe c Mittellinie.

Vor dem Löthrohr zerspringt es stark, besonders nach der Geradendfläche, auch kann man es kaum zum Schmelzen bringen, doch leuchten die Proben mit grünlichem Lichte; auf Kohle bekommt man einen schwachen Zinkbeschlag, besonders mit Soda behandelt. Mit Schwefel- und Salzsäure gelatinirt es stark. Daher wurde das lamellenförmige von Freiburg im Breisgau lange mit Faserzeolith verwechselt.

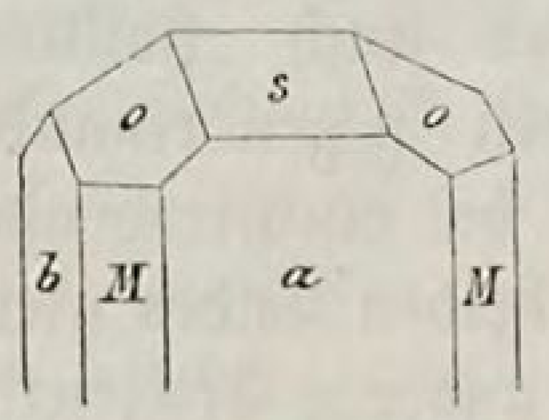
$$2\,\dot{Zn}^3\,\dddot{Si} + 3\,\dot{H} = \dot{Zn}^2\,\dddot{Si}\,\dot{H} \text{ mit } 67\,\dot{Zn}\ 25{,}6\,\dddot{Si},\ 7{,}5\,\dot{H}.$$

Kieselzinkerz kommt mit Galmei auf Spalten im Kalkgebirge vor: der Uebergangskalk von Lüttich, Aachen, Iserlohn ꝛc., der Muschelkalk von Tarnowitz in Schlesien und Wiesloch am Südabhange des Odenwaldes, der Jurakalk von Bleiberg und Raibel ohnweit Villach und

Kärnthen sind berühmte Punkte. Gewöhnlich von Bleiglanz begleitet. Auch auf Bleiglanzgängen, wie z. B. zu Matlok in Derbyshire oder Hofsgrund auf dem Schwarzwalde zeigt es sich. Zuweilen auch traubig, wie die schön himmelblauen von Cumberland. Uebrigens muß man sich bei der Säureprobe in Acht nehmen, denn das Kieselzinkerz löst sich auch leicht und bildet dabei viel Bläschen, die man leicht als Brausen auslegen könnte, so wie man jedoch mit etwas größern Proben Versuche anstellt, so kommt gleich eine steife Gallerte, die nicht aus dem Glase geschüttet werden kann. Derbe Massen pflegen viel mit Galmei verunreinigt zu sein. Blende ist meist die Mutter derselben, nach Dr. A. Schmidt kommt es in Südwest-Missouri sogar wieder in Afterkrystallen derselben vor.

Willemit Lévy, fand sich am Altenberge bei Aachen, wo er in kleinen gelben regulären sechsseitigen Säulen mit einem stumpfen Rhomboeder von 128° 30′ in den Endkanten vorkommt. Ein deutlicher Blätterbruch nach der Geradendfläche. Krystalle klein. Gew. 4,1, denn es ist wasserfreies $\dot{Zn}^3 \ddot{Si}$. Shepard's röthlicher Troostit mit Franklinit zu Sterling vorkommend, soll ein Rhomboeder von 124° haben, und aus $(\dot{Zn}, \dot{Mn}, \dot{Mg})^3 \ddot{Si}$ bestehen. Beide lassen sich mit den ebenfalls rhomboedrischen Phenakit und Dioptas unter die Formel $\dot{R}^2 \ddot{Si}$ bringen.

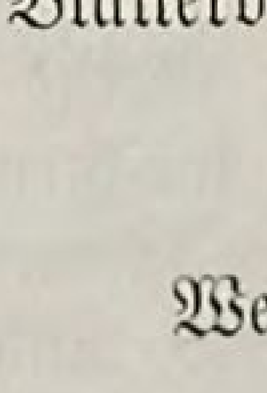
Hopeit Brewster, ebenfalls vom Altenberge, aber noch seltener.



Er wird 2gliedrig beschrieben. Nach Lévy eine geschobene Säule M = a : b : ∞c von 120° 26′; ein Paar auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzt s = a : c : ∞b macht 101° in c, dieser Winkel steht dem Säulenwinkel M/M des Kieselzinkerzes nahe. Doch soll das zugehörige Oktaeder o = a : b : c eine vordere Endkante von 140° und eine seitliche von 106° 22′ haben, was mit Kieselzinkerz nicht stimmt. Von den drei Hexaidflächen c : ∞a : ∞b, b = b : ∞a : ∞c und a = a : ∞b : ∞c ist letztere so blättrig, daß der Perlmutterglanz an Strahlzeolith erinnert. Immer an beiden Enden gleich ausgebildet. Kalkspathhärte, Gew. 2,7. $\dot{Zn}$, $\dot{\dot{H}}$ und eine unbekannte Mineralsäure. Jacquot's Mancinit von Mancino bei Livorno soll zwei ungleiche Blätterbrüche von 92° haben, und $\dot{Zn} \ddot{Si}$ sein.

8. Dioptas Hauy.

Werner's Kupfer-Smaragd, nach seinem prachtvollen dunkeln Smaragdgrün. Er kommt fast nur in einem dreigliedrigen



Dodekaid vor, mit 3+3+6 Kanten: die drei Endkanten des Rhomboeders r = a : a : ∞a messen 95° 33′, was einem Würfel nahe kommt, daher die 6 Zickzackkanten, welche die 2te Säule s = a : ½a : a : c mit dem Rhomboeder macht, 132° 14′. Folglich

$$a = 0{,}9385 = \sqrt{0{,}8808} = \lg 9{,}97243.$$

Gegen die Endkanten des Rhomboeders sehend bemerkt man in der Richtung des nächsten stumpfern Rhomboeders ein starkes Licht, was auf einen blättrigen Bruch hinweist, der sich mit dem Federmesser darstellen läßt, aber noch nicht ganz so deutlich als beim Flußspath ist. Hauy gründete auf dieses innere Licht den Namen Dioptas. Das Rhomboeder des blättrigen Bruchs hat in den Endkanten 126° 1′, nach Kokscharow (Mater. VI. 285) 125° 55′. Bergmeister Credner (Leonhard's Jahrb. 1839 pag. 404) fand von den 6 Zickzackkanten r/s die eine durch $c : a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$ abgestumpft, die andere nicht, was auf eine merkwürdige Hemiedrie (Rhomboeder von Zwischenstellung) hinweisen würde. Websky (Pogg. Ann. 69. 548) $x = c : a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{4}a$, $z = \frac{1}{3}c : a : \frac{1}{7}a : \frac{1}{8}a$ ꝛc. Die Sache scheint dadurch noch ein Gewicht zu bekommen, daß ihr eine wenn auch undeutliche Streifung auf der Rhomboederfläche parallel geht. Es fällt übrigens auf, wie so selten untergeordnete Flächen an diesem merkwürdigen Dodekaide vorkommen.

Dunkel smaragdgrün mit geringer Durchsichtigkeit, Härte 5, Gew. 3,2. Vor dem Löthrohr färben sie die Flamme grün, besonders wenn man sie in Borax löst, das deutet auf Kupfer- und nicht auf Chromfärbung. Mit Soda auf Kohle kann man das Kupferkorn auch darstellen. Sie schmelzen nicht, färben sich aber schnell schwarz. Säure läßt ein Kieselskelet zurück.

$$\dot{C}u^3\,\ddot{S}i^2 + 3\,Ħ = \dot{C}u\,Ħ\,\ddot{S}i \text{ mit } 38{,}7\,\ddot{S}i,\ 49{,}9\,\dot{C}u,\ 11{,}3\,\dot{H}.$$

Das Wasser gibt er erst in der Glühhitze ab, muß daher stärker chemisch gebunden sein, als gewöhnliches Krystallwasser. Lange war das Land der mittleren Kirgisenhorde zwischen Ural und Altai einziger Fundort. Die Hügel heißen Altyn-Tubeh am Flüßchen Altyn-Szu. Nette über ½″ große Krystalle brechen in einem dichten Kalkstein mit Kalkspath, und bröckeln gern von ihrer Unterlage ab. Hermann erstattete am 23. Januar 1800 der Petersburger Akademie den ersten ausführlichen Bericht darüber und nannte ihn Achirit, nach einem Bucharischen Kaufmann Achir Mehméd, welcher 1785 einen ganzen Sack voll aus der Steppe nach Semipalatinsk am Irtysch brachte, und für Eisenvitriol hielt, während Ferber darin Smaragde erkennen wollte, Nova Acta Acad. Petropolitanae XIII. pag. 339. Heuland zahlte für eine Stufe 2000 Franken (Lévy III. 93). Neuerlich finden sie sich auch in den Sibirischen Goldsaifen am Oni im Jeneseischen Gouvernement (Jahrb. 1875. 740).

Kupfergrün Wr. $\dot{C}u\,\ddot{S}i\,Ħ^2$ (Kieselkupfer) bildet feintraubige Massen, mit opalartigem Bruch und spangrüner Farbe. Härte 2—3, Gew. 2,2. Verhält sich chemisch wie Dioptas. Stücke in heiße Salzsäure geworfen werden bald an den Kanten durchscheinend, weil die Kieselerde zurückbleibt, die zwischen den Zähnen noch knirscht. Ausgezeichnet kam das spangrüne auf dem Herrenseegen im Schwarzwalde mit Ziegelerz und Kupferkies vor, nicht minder schön das von Poloma in Ungarn. Wenn sie Eisen aufnehmen, so werden sie pistacien- und dunkelolivengrün (Wer-

ner's Eisenschüssiges Kupfergrün). Höchst interessant in dieser Beziehung ist das Kupfergrün und Kupferblau aus den Turjinschen Kupfergruben bei Bogoslowsk zwischen dem 59° und 60° Breitengrade im Ural. Die lasurblaue dichte Substanz ist matt, und erinnert nicht blos durch ihre Farbe an erdige Kupferlasur, sondern sie braust auch noch stark in kalter Säure, läßt aber bereits ein Kieselskelet zurück. Dieses schöne Blau wird nun rings von lauchgrünem „eisenschüssigem Kupfergrün" umgeben, das Opalglanz hat, und mit Salzsäure durchaus nicht mehr braust. Grün und Blau setzen scharf aneinander ab, sind nur durch einen engen lichtern Streif von einander getrennt. Das so gebildete Lauchgrün wird dann wieder zersetzt, und nimmt ein erdiges himmelblaues Aussehen an. Man sieht hier also ganz klar, wie die grüne Masse durch Umwandlung aus der blauen entsteht. Das Kupfergrün kommt noch in scheinbar 2gliedrigen Afterkrystallen von 112° vor, die Säulen sind lang, aber durch die stark ausgedehnten Abstumpfungsflächen der scharfen Kanten sehr breit gedrückt (G. Rose Reise Ural I. pag. 412). Man weiß nicht, welchem Mineral sie angehören. Hauy scheint schon dieselben gekannt zu haben, hielt sie aber für wirkliche Krystalle des Kupfergrüns. Demidovit (Jahrb. 1857. 443) bildet himmelblaue Ueberzüge auf Malachit von Nischne Tagilsk, und scheint ein Gemenge von Kieselkupfer mit Phosphorsäure rc. zu sein.

9. Helvin Wr.

Von Mohs in Null's Mineralien-Kabinet I. 92 als Anhang zum gemeinen Granat von Annaberg beschrieben. Später gab ihm Werner den Namen nach seiner gelben Farbe (ἥλιος Sonne). Hoffmann Mineral. IV. b. pag. 112.

Tetraedrisch, die kleinen nur wenige Linien großen Krystalle zeigen fast immer das einfache reguläre Tetraeder. Spuren vom Gegentetraeder bringen das Oktaeder nie ins Gleichgewicht. Sie liefern daher für die nicht gewöhnliche Tetraederform ein vortreffliches Beispiel. Nicht sonderlich blättrig. Wachsgelb. Härte 6, Gew. 3,2. Erinnert wohl durch sein Aussehen an Granat, daher von Mohs tetraedrischer Granat genannt.

Höchst merkwürdige chemische Zusammensetzung von Ch. Gmelin (Chemische Untersuchungen des Helvins. Tübingen 1825) nachgewiesen. In Salzsäure erhitzt entwickelt er einen deutlichen Geruch nach Schwefelwasserstoff, was auf eine Schwefelverbindung hinweist, bildet dabei aber auch eine Kieselgallerte. Vor dem Löthrohr auf Kohle schmilzt er in der innern Flamme zu einer gelben Perle. Mit Borax Manganreaction. Die zwei Analysen ergaben: 33,2 und 35,3 $\ddot{Si}$, 12 und 9,5 Thonerdehaltige Beryllerde, 31,8 und 29,3 $\dot{Mn}$, 14 Mn S, 5,6 und 8 $\dot{Fe}$. G. Rose construirte daraus die Formel

$$(\dot{Mn}, \dot{Fe})^3 \ddot{Si}^2 + \dddot{\bar{B}}e\, \ddot{Si} + \acute{Mn}\, \dot{Mn} = 3(\dot{Mn}, \dot{Be}, \dot{Fe})^2 \ddot{Si} + \dot{R}$$

nach Rammelsberg (Ztschr. d. g. Ges. XXI. 123).

Kam früher auf einem Lager im Gneise von Schwarzenberg im Sächsischen Erzgebirge vor: das Gestein, worin er eingesprengt ist, sieht unrein und verwittert aus. Auch im Zirkonsyenit von Norwegen bestätigte Rammelsberg (Pogg. Ann. 93. 453) die sonderbare Verbindung eines Schwefelmetalls mit Silicaten. Breithaupt vermuthet, daß Achtaragdit mit dem Wilui-Grossular an der Achtaragda vorkommend Afterkrystall vom Helvin sei, weil er den Pyramidentetraedern des Helvins auf Unverhofft-Glück an der Achte bei Johann-Georgenstadt gleiche (Leonhard's Jahrb. 1853. 596). Der fleischrothe Danalit aus dem Granit von Rockport (Jahrb. 1867. 194) enthält noch 17,6 Zinkoxyd.

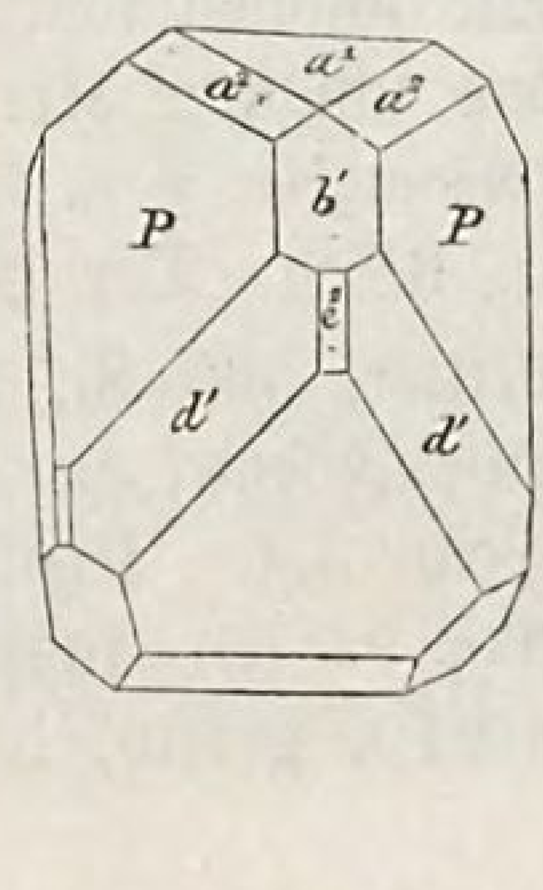
10. Wismuthblende Brth.

Kieselwismuth. Könnte man bei der Blende abhandeln. Denn die kleinen braungelben Krystalle haben ebenfalls einen sechsfachen Blätterbruch, und Breithaupt fand ein Pyramidentetraeder a : a : $\frac{1}{2}$a mit $146\frac{1}{2}^0$ in den Pyramidenkanten. Die Tetraederkanten durch die Würfelflächen gerade abgestumpft. Ausgezeichnete Zwillinge, worin die Tetraederkanten sich rechtwinklig kreuzen. Darunter sonderbarer Weise auch Drillinge mit Kreuzung unter 60^0, welche von der Würfelfläche her gesehen einen sehr regelmäßigen sechsstrahligen Stern bilden. Demantglanz. H. = 5, Gew. 6. Von Blende unterscheidet sie sich schnell durch ihre leichte Schmelzbarkeit (Eulytin), wobei sich auf Kohle gelblichbrauner Wismuthbeschlag um die Probe absetzt. Nach früherer Ansicht $2\,\ddot{B}i^2\,\ddot{S}i^5 + \ddot{B}i^2\,\dddot{P}$ mit 22,2 $\ddot{S}i$, 69,4 $\ddot{B}i$, 3,3 $\dddot{P}$, Fl, $\ddot{F}e$ 2c., neuerlich im Wesentlichen für $\ddot{B}i^2\,\ddot{S}i^3 = \ddot{B}i\,\ddot{S}i$ gehalten mit 82 $\ddot{B}i$ (Pogg. Ann. 136. 421). Auf Kobaltgängen zu Schneeberg mit gediegenem Wismuth und Wismuthocker. Rein schwefelgelbe sphenartige Krystalle dabei nannte Breithaupt Atelestit, sie sind monoklin (Pogg. Ann. 136. 422) aber in der Hauptsache $\ddot{F}e\,\ddot{B}i\,\dddot{P}\,\ddot{A}s$ (Jahrb. 1873. 794). Röttisit und Konarit (Jahrb. 1859. 184) sind kieselsaure Nickelsalze von schön grüner Farbe (*κόναρος*) aus den Nickelkiesen im Grünstein von Röttis entstanden.

11. Eudialyt Weiß.

Verh. Berl. Ges. Nat. Freunde I. 197 (*εὐδιάλυτος* wohllöslich, weil er in Salzsäure sich aufschließen läßt). Krystalle selten. Nach Lévy (Edinb. phil. Journ. 1825. XII. 81) ein scharfes Rhomboeder P mit $73^0\,40'$ in den Endkanten gibt

$$a = 0{,}477 = \sqrt{0{,}228},\ \lg 9{,}67865.$$



Geradendfläche a^1 deutlich blättrig. Außerdem die beiden sechsseitigen Säulen 1ste e^2 = a : a : ∞a : ∞c, zweite d^1 = a : $\frac{1}{2}$a : a : ∞c, und noch drei Rhomboeder: das nächste schärfere e^1 = $\frac{1}{2}$a' : $\frac{1}{2}$a' : ∞a, das nächste stumpfere b^1 = 2a' : 2a' : ∞a und das 2te stumpfere a^2 = 4a : 4a : ∞a.

Granatartige Farbe mit einem stärkern Stich ins Blau als Colombinroth, daher von Mohs auch rhomboedrischer Almandinspath genannt. H. = 5, Gew. 2,9.

Schmilzt zu einem lichtgrünen Email. Wenn man 1,2 Cl vernachlässigt, so kommt etwa die Formel

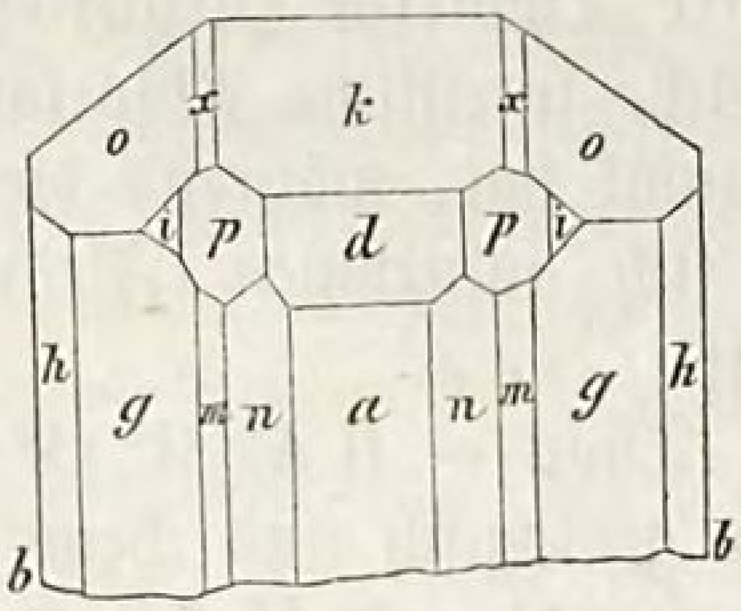
$$2\,(\dot{Ca}, \dot{Na}, \dot{Fe})^3\, \ddot{Si}^2 + \ddot{Zr}\, \ddot{Si}^2 = \dot{R}^4\, \ddot{Zr}\, \ddot{Si}^6 = \dot{R}\, (\ddot{Si}, \ddot{Zr})^2,$$

da sich der Sauerstoff nahe 1 : 4 verhält. Die 16,9 Zirkonerde erklärte schon Hauy aus dem beibrechenden Zirkon, und wegen des 13 $\dot{Na}$, das etwas Kalihaltig ist, hielt er das Mineral für Sodalit, mit welchem es zusammen im Zirkonsyenit von Kangerdluarsuk in Grönland bricht, wo es Gieseke fand. Es darf uns daher nicht verwundern, wenn das Mikroskop Sodalit und Arfvedsonit fein eingesprengt findet, was einen Theil des Eisen- und Natrongehalts erklären könnte. Auch etwas Cl beachtet die Formel nicht. Der braune bis kirschrothe **Eukolit** aus dem Zirkonsyenit von Lamö gelatinirt ebenfalls leicht mit Salzsäure, hat eine ganz ähnliche Zusammensetzung und Krystallform. Aber sonderbarer Weise sind nach Hrn. Descloizeaux die Blättchen optisch negativ, während Eudialyt sich positiv erweist. In Südgrönland gibt es sogar prachtvollen „Eudialytsyenit" Jahrb. 1875. 96.

12. Leukophan.

Esmark fand ihn im Syenit von Lamö. Soll nach Weibye (Jahrb. 1849. 773) eingliedrig ähnlich dem Kupfervitriol krystallisiren. Zwei ungleich blättrige Brüche M/T schneiden sich unter 115°, gegen diese neigt sich unter verschiedenen Winkeln eine sehr deutlich blättrige doppelschiefe Endfläche. Nach Hrn. Ingenieur Bertrand (Ann. des mines III. 1873) ist er jedoch 2gl. mit einer Säule von 91°, worin sich b : h d. h. Seitenhöhe: Endkante = 1 : 0,921 verhält. Grünlichgelbe Farbe, in gewissen Richtungen mit einem w e i ß e n L i c h t s c h e i n, Härte 4, Gew. 3. Schmilzt zu einer schwach violblauen Perle

$\dot{Ca}^3\, \ddot{Si}^2 + \ddot{Be}\, \ddot{Si} + Na\,Fl = 3\, Na\,Fl + 13\, \dot{R}\ddot{Si} + \dot{R}^2\, \ddot{Si}$ mit 11,5 $\ddot{Be}$, 6,1 Fl. Nach Descloizeaux genügen abgespaltene Blättchen der Geradendfläche, um sofort die 2axigkeit zu erkennen, die Ebene liegt in der langen Diagonale bc, $\varphi = 75°$, die positive Mittellinie ist Axe c; während der begleitende **Melinophan**, obgleich ähnlich zusammengesetzt, zu den 1axigen gehört. Die schönen wachsgelben Tafeln haben oft Durchscheinenheit genug, um das schwarze Kreuz deutlich erkennen zu lassen. Härte 5. Rammelsberg (Monatsber. Berl. Akad. 1876. 22) construirte die Formel 3 Na Fl + $\dot{R}\,\ddot{Si}$ + $\dot{R}^2\,\ddot{Si}$. Der honiggelbe **Wöhlerit** Scheerer (Pogg. Ann. 59. 327) ist ein dritter, 30,6 $\ddot{Si}$, 26,2 $\dot{Ca}$, 15 $\ddot{Zr}$, 14,5 Niobsäure, 8 $\dot{Na}$ 2c. lassen keine gute Formel zu. Er schmilzt ruhig zu einem gelblichen Glase, Härte 5, Gew. 3,4. Krystalle bilden dicke **Oblongtafeln**, welche Dauber (Pogg. Ann. 92. 242) ausführlich beschreibt: a 100, b 010, x 111, m 110, k 101, n 210, g 120, h 130, d 301, o 121, p 321, i 341; Säule m/m 90° 18'



weicht wenig von der quadratischen ab, und k/k 140° 18'. Optisch 2axig (Descloizeaux Ann. des min. 1859. XVI), doch deutet das Polarisationsinstrument eigenthümliche hemiedrische Verziehungen an. Der dihexaedrische Katapleïit (Pogg. Ann. 79. 300 und 92. 239), Gew. 2,8, wird hellgelb und braun beschrieben mit 30 $\ddot{Z}r$, 10,8 $\dot{N}a$, 46,8 $\ddot{S}i$ ꝛc. Tachyaphaltit (Pogg. Ann. 88. 160) soll sogar 12,3 Thorerde, 39 $\ddot{Z}r$ ꝛc. enthalten. Alles das im Langesundsfjord und besonders auf dem äußersten Felsen Lamö.

1. Anhang. Thone.

Als Verwitterungsprodukte verschiedener Gesteine und Gebirgsarten gehören sie eigentlich nicht in die Mineralogie. Doch wurden sie von jeher darin abgehandelt, und praktisch sehr ausgezeichnet. Der Name scheint mit Dehnen (Argilla Than Agricola pag. 703) zusammenzuhängen. Im Wesentlichen bestehen sie aus kieselsaurer Thonerde mit Wasser, sind aber durch Sand, Eisenocher, Schwefelkies, Kalk ꝛc. nicht selten und stark verunreinigt. Auch kommen allerlei in Wasser lösliche Salze darin vor, Kali (0,5—1 p.C.) fehlt niemals ganz. Sie kleben etwas an der Zunge, und zeigen beim Anhauchen einen eigenthümlichen bitteren Thongeruch. Mit Wasser geben sie bald leicht bald schwer einen Teig, der geformt werden kann (plastisch), und der im Feuer erhärtet, daher für die Töpferei seit uralter Zeit ein so wichtiges Material. Vieler Thon nimmt bis 75 p.C. Wasser auf, und was darüber geht läßt er nicht durch, was technisch und für den Lauf der Quellen Bedeutung hat. Ein kleiner Theil des Wassers ist nicht hygroskopisch, sondern geht erst bei der Glühhitze fort, wobei der Thon sich brennt, d. h. seine Plasticität verliert. Die Thonerde wird dann leichter von Schwefelsäure aufgenommen, als aus frischem ungebranntem Thon, doch bei stärkerem Glühen mindert sich die Löslichkeit wieder. Gehörig behandelt lassen sie dann etwas Alaun auskrystallisiren. Sind organische Substanzen färbend, so brennt er sich weiß, sobald aber Eisen zugegen ziegelroth. Nach ihrem Vorkommen kann man zweierlei unterscheiden: auf ursprünglicher Lagerstätte, wie Kaolin, Steinmark, Grünerde; und angeschwemmte, die dann nach dem Grade ihrer Erhärtung wieder viele Unterabtheilungen bilden. Letztere können auch durch Sickerwasser in die Poren der Gesteine geführt werden. So findet man z. B. auf nassen Wiesen die eichenen Särge altdeutscher Gräber ganz mit dem feinsten Thonschlamm erfüllt, wie bei Oberflacht südlich Spaichingen; andere sind erst in der Erde fett geworden, indem circulirende Wasser die löslichen Salze wegnahmen und unlösliche kiesel=

saure Thonerde zurückließen. Die Ackerkrume dankt ihm die Feinerde, welche specifische Absorbtionsfähigkeit für Kali, Phosphorsäure und Ammoniak hat, während die Pflanzen selbst die Thonerde nur ausnahmsweise in sich aufnehmen (Flechten). Rammelsberg (Ztschr. d. geol. Ges. XXI. 98) hält

Thon = $\dot{H}\,Al\,Si^2\,O^8 + \dot{H}$ und Serpentin = $\dot{H}\,Mg^3\,Si^2\,O^8 + \dot{H}$

für geologisch und chemisch äquivalente Verbindungen, für Sigulosilicate, worin Al und Mg^3 sich vertreten.

Palagonit nannte Sartorius von Waltershausen eine amorphe braune wachsglänzende Verwitterungsmasse von Palagonia im Val di Noto südwestlich Catania auf Sicilien, welche Bunsen auf Island (Ann. Chem. Pharm. 61. 265), und Fr. Sandberger (Jahrb. 1850. 58) bei Limburg in Nassau wiederfanden. Die Masse gleicht Vulkanischen Verwitterungsprodukten mit dem gewöhnlichen Thongeruch. Das eigentliche Mineral ist leicht zersprengbar, fast Glashart, 2,43 Gew., und besteht wesentlich aus $\dot{C}a^3\,\ddot{S}i^2 + 2\,\ddot{A}l\,\ddot{S}i + 9\,\dot{H}$ mit 37,4 $\ddot{S}i$, 14 $\ddot{F}e$, 11 $\ddot{A}l$, 8,7 $\dot{C}a$, 6 $\dot{M}g$, 17 $\dot{H}$. Zersetzt sich in verdünnter Salzsäure leicht unter Gallertbildung. Wie der Thon durch Auslaugung von Kohlensäure, hauptsächlich Kalk- und Bittererde verlor, so der Palagonittuff durch heiße Wasser die kieselsauren Alkalien, Mohr Jahrb. 1866. 426. Die Zeolithbildungen pag. 401 stehen damit in engster Beziehung.

Porzellanerde.

Chinesen nennen sie Kaolin, und den Feldspath, durch dessen Verwitterung sie entsteht, Pe-tun-se. Nach Ebelmen und Salvétat (Schnedermann, Polyt. Centralb. 1852. VI. 44) soll dieß ein dichter Feldstein sein, der fein gerieben und in Backsteinform gebracht wird: nach Richthofen ein in Thonschiefer eingelagerter Jaspisartiger Stein, der zu Mehl zerklopft seit 3000 Jahren zum Porzellanmachen diene. Er gibt in der Sprache der Chinesen wegen seiner Schmelzbarkeit dem Porzellan „Fleisch,“ das unschmelzbare Kaolin dagegen „Gebein“. Die reinste Porzellanerde bildet ein schneeweißes Mehl, das man nicht selten erst aus dem Felsen herausschlemmen muß. Gew. 2,2. Hält das Wasser nicht an sich, gibt daher keinen plastischen Teig. Unter dem Mikroskop erscheinen viele feine sechsseitige Blättchen (Kaolinit Jahrb. 1870. 626).

Nach Forchhammer's Untersuchung (Pogg. Ann. 35. 331) besteht die von Gebirgsart gereinigte aus $\ddot{A}l^3\,\ddot{S}i^4 + 6\,\dot{H}$ mit 47 $\ddot{S}i$, 39,2 $\ddot{A}l$, 13,7 $\dot{H}$. Zum Unterschied von Thonen enthält sie stets freie in Schwefelsäure lösliche Thonerde und aufgeschlossene in Aetzkali lösliche Kieselerde. Man kann sie daher auch auf Alaun technisch verwenden. Nach Schlösing (Compt. rend. Bd. 79. 376. 473) ein Gemisch verschiedener Silicate, die durch Schlemmen getrennt werden können. Daß Kaolin ein Product der Feldspathzersetzung sei, das zeigt die von Aue bei Schneeberg in Sachsen (Klaproth VI. 275), welche in Meißen verarbeitet wird, ganz entschieden (Naumann, Geogn. Beschr. Königr. Sachsen II. 168). „Das dortige Kaolinlager ist

„nichts anderes als eine den kleinkörnigen Granit umhüllende Schale sehr „großkörnigen Granits, dessen Feldspath sich in einem mehr oder we„niger aufgelösten Zustande befindet.“ Die Schale ist nur 1 Fuß bis 2 Lachter mächtig. Es liegen noch Feldspathkrystalle darin, die alle Stadien der Zersetzung von blättrigem Spath bis zum zähen Kaolin durchgemacht haben. Forchhammer zeigte, daß wenn man von

$$\begin{array}{lcccl} \text{3 Atomen Feldspath} = & \dot{K}^3 & + \ddot{Al}^3 + & \ddot{Si}^{12} & \\ & \dot{K}^3 & + & \ddot{Si}^8 & \text{abziehe, so bleibe} \\ \hline & & \ddot{Al}^3 & \ddot{Si}^4 & = \text{Porzellanerde zurück.} \end{array}$$

Nun hat aber bekanntlich das Fuchsische Kaliwasserglas, welches sich im Wasser löst, die Zusammensetzung $\dot{K}^3\ \ddot{Si}^8$, so daß die Zersetzung nichts Auffallendes haben würde. Auch manche Thone, wie z. B. der Thon von Groß-Allmerode, woraus die bekannten Hessischen Tiegel bereitet werden, der sogenannte Lenzin von Kall in der Eifel &c. weichen in der Zusammensetzung von der Porzellanerde nicht ab. Zu St. Yrieux südlich Limoges in Centralfrankreich ist der Gneis in Kaolin verwandelt, welcher die Porzellanfabrik von Sèvres bei Paris versieht. Die Lager erreichen bis 20 Meter Mächtigkeit und liefern so viel Vorrath, daß er bis nach Amerika ausgeführt werden kann. Nach Alexander Brongniart (Archives du Museum 1839. I. 248 und 1841. II. 217) findet die Ablagerung stets sehr unordentlich statt, eine Menge Gebirgsarten: Schriftgranit, Diorit, rothe Porphyre mit Quarz und Eisenerzgängen pflegen sich zu durchdringen, wozwischen dann sehr unregelmäßig die thonige Substanz ihre Stelle einnimmt, so daß die elektro-chemische Wirkung der ungleichen Felsarten auf einander nicht ohne Einfluß sein dürfte. Die Umgegend von Passau (Unter-Griesbach &c.) dankt ihre Porzellanerde nicht blos den verwitterten Granuliten, sondern es kommt bei Obernzell sogar ein besonderes Mineral vor, durch dessen Verwitterung das Material entsteht, woraus in München Porzellan bereitet wird. Fuchs (Denkschriften der Akad. Wissenschaften, München 1818—20, Band VII. 65) nannte dasselbe

Porzellanspath. Er bricht in stets verwitterten geschobenen Säulen von ungefähr 92°, deren scharfe Kante durch einen ziemlich deutlich blättrigen Bruch abgestumpft wird; der in der stumpfen Kante ist undeutlich. Von Skapolithartigem Aussehen, Härte 5—6, Gew. 2,6. In der Wärme phosphorescirend. Schmilzt vor dem Löthrohr. Starke Säuren zersetzen ihn, aber ohne Gallertbildung. Fuchs fand 49,3 Kieselerde, 27,9 Thonerde, 14,4 Kalk, 5,5 Natron, 0,9 Wasser. Schafhäutl gibt auch 0,9 Chlor an. Die daraus entstandene Porzellanerde hat nach Forchhammer

$$\ddot{Al}^2\ \ddot{Si}^3 + \dot{H}^6 \text{ mit } 46{,}9\ \ddot{Si},\ 34{,}8\ \ddot{Al},\ 18{,}3\ \dot{H}.$$

Passauer Porzellanerde wurde schon um das Jahr 1735 bei Lemmersdorf gegraben, und in bedeutenden Quantitäten nach Nord-Deutschland geführt. Der Hauptabsatz geht jetzt nach Nymphenburg und Regensburg, die geschlemmte auch nach Wien. Die Truhe von etwa 12 Ctr.

kostet 8—14 fl. In kleinen Mengen als erdiges Mehl ist die aus Feldspath entstandene Porzellanerde außerordentlich verbreitet, nicht blos im Urgebirge (Hornberg Select. phys. med. I. 363), sondern auch in den daraus entstandenen Sandsteinen, z. B. im Kohlensandstein, im weißen Keupersandstein rc. Allein ihre Masse ist zu zerstreut, um durch Schlemmen gewonnen werden zu können, oder auch häufig zu eisenschüssig, so daß das Material zu feinem Porzellan immerhin ein kostbares bleibt.

Porzellan ist die feinste unter den Thonwaaren, von den Chinesen erfunden, woher es durch die Portugiesen nach Europa kam. Ja nach Buttmann (Museum Alterth. 1808. II. 512) brachte Pompejus Teller und Schüsseln davon massenhaft aus Parthia und Karmania nach Rom, die Properz murrea in Parthis pocula cocta focis nannte, so daß die vasa murrina Porzellan gewesen wären. Es wurde aber von einem Apotheker Böttcher 1706 beim Goldmachen, das ihn in Schulden und Gefängniß gebracht hatte, auf der Festung Königstein nachentdeckt. Anfangs braun und roth, 1709 schon weiß, worauf Böttcher durch das Pudermehl geführt wurde, das man mit weißer Porzellanerde von Aue verfälschte. Die erste Fabrik in Meißen 1710 angelegt. Das Porzellan bildet keine geschmolzene, sondern nur eine gefrittete, hin und wieder mit kleinen Poren versehene Masse mit schimmerndem Bruch. Seine Härte ist so groß, daß es mit dem Stahle Funken gibt. Halbdurchsichtig, weiß und wenig spröde. Beim letzten Brennen schwindet das Porzellan, dem ungeachtet vermindert sich sein Gewicht (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 36. 168), statt daß es höher werden sollte. Nach dem Brennen sollte es die Summe der Dichtigkeiten des Feldspathglases und der Porzellanerde besitzen, in der Berliner Fabrik also = 2,518 sein, während sie in Wirklichkeit = 2,452 ist, eine Erscheinung, die man lange nicht erklären konnte (Pogg. Ann. 93. 74), woran aber wahrscheinlich der Uebergang der krystallinischen Kieselerde in die amorphe Schuld ist. Da nämlich die Porzellanerde weder schmilzt noch frittet, so muß sie noch mit einer schmelzbaren Substanz versetzt werden, reinem Feldspath oder Gyps (Chekao der Chinesen), wozu man noch etwas Quarz thut. Dieser „Fluß" durchdringt nun das unschmelzbare Kaolin, wie Oel das Papier, und macht die Masse haltbar und durchscheinend. Beides geschmolzenes und ungeschmolzenes, von den Chinesen schon so schön als „Fleisch und Gebein" bezeichnet, läßt sich unter dem Mikroskop noch unterscheiden. Außerdem versieht man es mit einer Glasur, die aus denselben Substanzen wie der Fluß besteht, nur mit mehr Gyps, weil die Glasur in völligen Fluß kommen muß. Der Glasur verdankt das Porzellan seinen Glanz, das unglasirte (Bisquit) ist matt. Wegen der geringen Bildsamkeit der Masse muß das Material auf das sorgfältigste geschlemmt und Monate lang in feuchten Gruben abgelagert (gebeizt) werden. Dies und die starke Feuerung nebst der sorgfältigen und wiederholten Behandlung machen das Porzellan theuer. Es kann zugleich mit den schönsten Farben versehen werden: mit Scharffeuerfarben, welche die größte Hitze ertragen, wie das Blau des Kobalt,

das Grün des Chroms, das Gelb des Titanoxyds, das Schwarz des Iridiumoxyds; und mit Muffelfarben, welchen starkes Feuer schadet. Diese viel mannigfaltiger muß man mit besondern Flüssen auftragen.

England macht nur Frittporzellan, dazu kommen Kaolin von Cornwallis, Plastischer Thon, ein halb verwitterter, glimmerfreier Granit (Cornishstone), Feuerstein und gebrannte Knochen. Die Masse ist viel plastischer, leicht flüssig durch die Knochenasche, und gibt doch eine weiße, klingende und gleichartige Waare wie wirkliches Porzellan. Die Glasur ist Blei- und Boraxhaltig. Das Frittporzellan, was man in Frankreich vor dem Meißner Porzellan machte, enthielt gar keine Thonerde, und war ein vollkommenes Glas.

Steinmark.

Steinomarga i. e. medulla saxi (Agricola pag. 578) nannte der alte Bergmann eine ganze Gruppe von Thonen, die nicht Schichtweis vorkommen, sondern isolirt im Felsen wie das Mark in den Knochen stecken. Sie lassen nicht mehr so unmittelbar wie die Porzellanerde ihren Ursprung erkennen, sind theils weich und flüssig, theils fest und homogen. Da auch einzelne Sorten von Speckstein nesterartige Ablagerungen lieben, so ist ein Verwechseln damit gar nicht zu umgehen. Nur die chemische Analyse kann dann unterscheiden, oder wenigstens die Stoffe quantitativ angeben, wenn auch nicht genügend deuten. Werner nahm verhärtetes und zerreibliches an.

Gelblichweißes Steinmark aus den Zinnsteingängen (am Sauberge bei Ehrenfriedersdorf), vom Schneckenstein mit Topas 2c. fühlt sich fettig an, läßt sich mit dem Nagel zerdrücken, und erscheint unter der Loupe feinschuppig, wie dichter Talkschiefer. Die Analyse von Clark gab 47,3 Kieselerde, 39 Thonerde, 13,5 Wasser und nur 0,9 Talkerde, was der Formel des Kaolins sehr nahe kommt. Gilbertit (Jahrb. 1873. 794) ist das bekannte weiche Mineral, was zwischen Zinnstein und Wolfram sitzend glänzende Eindrücke von deren Krystalle annimmt. Nakrit (Jahrb. 1866. 91) bildet sechsseitige Schüppchen auf Klüften des Freiberger Gneises, ganz von der Zusammensetzung des Kaolin.

Fleischrothes Steinmark aus dem verwitterten Porphyr von Rochlitz an der Mulde, Breithaupt's Carnat, läßt sich mit dem Nagel nicht zerdrücken, Härte 2—3, Gew. 2,6. Fühlt sich sehr fein und zart an. Der Bruch erinnert an Kugeljaspis, hat aber mehr Glanz. Wahrscheinlich aus Quarz entstanden. Nach Klaproth (VI. 287) 45,2 Kieselerde, 36,5 Thonerde, 14 Wasser, 2,7 Eisenoxyd. In demselben Porphyr kommt auch Freiesleben's Talksteinmark vor, es ist mehr weißlich, und hat nach Karstens Untersuchung die Formel des Cyanit, $\ddot{A}l^3 \dddot{S}i^2$ mit 60,5 Thonerde, 37,6 Kieselerde. Doch gibt es auch Wasserhaltiges.

Collyrit Karsten Tabell. pag. 73, Collyrium nannte Plinius 35. 51 eine der beiden Samischen Erden: prioris laus, ut recens sit et levis, linguaeque glutinosa. Klebt also an der Zunge, wie vieles

Steinmark. Auf dem Stephanischacht zu Schemnitz in Ungarn bildet der Schneeweiße mit Druckflächen versehene Thon Trümmer und Nester im Diorit-Porphyr. Klaproth Beitr. I. 258 fand darin 45 $\ddot{Al}$, 14 $\ddot{Si}$, 42 $\dot{H}$ = $\ddot{Al}^3 \ddot{Si}$ + 15 $\dot{H}$. Im weißen bunten Sandsteine von Weißenfels an der Saale kommt auf einem Gange ein Thon vor, den Karsten dazu stellte. Nester und Gänge im Flözgebirge pflegen übrigens immer sehr feingeschlemmte Thone von solcher Mannigfaltigkeit zu führen, daß es gewagt scheint, denselben besondere Namen geben zu wollen.

Lavendelblaues Steinmark von Planitz bei Zwickau bildet Lager im Steinkohlengebirge. Härte 2. Es gleicht einem blaumarmorirten Thonstein, fühlt sich mager an, und enthält nach Schüler 41,7 $\ddot{Si}$, 22,8 $\ddot{Al}$, 13 $\ddot{Fe}$, 2,5 $\dot{Mg}$, 3 $\dot{Ca}$, 1,7 $\ddot{Mn}$, 14,2 $\dot{H}$. Wegen des Eisenreichthums hat es Breithaupt Eisensteinmark genannt. Es ist die berühmte sächsische Wundererde (Ch. Richter, Saxoniae electoralis miraculosa terra. Schneeberg 1732). Die Drechsler von Zöblitz poliren damit den Serpentin.

Bol.

Von βῶλος Scholle. Agricola pag. 708 übersetzt eine Terra alana ins Deutsch Geeler bolus. Wallerius spricht von siebenerlei Bolus in Apotheken, „die im Munde wie Butter schmelzen." Werner beschränkte dagegen die Benennung auf die steinmarkartig vorkommenden Thone im Basalt und Mandelstein. Dieselben haben einen vollkommen muscheligen Bruch, schimmern stark auf der Bruchfläche, springen sehr scharfkantig, fühlen sich fettig an, und hängen stark an der Zunge. Im Wasser zerspringen sie mit Geräusch zu eckigen Stücken. Gewöhnlich eine von Eisenoxydhydrat herrührende braune Farbe. Bekannt sind die isabellgelben bis schwarzbraunen, sie scheinen verwitterter Opal zu sein. Die von Säsebühl bei Dransfeld haben 41,9 $\ddot{Si}$, 20,9 $\ddot{Al}$, 12,2 $\ddot{Fe}$, 24,9 $\dot{H}$; die blaß rosenrothen aus den Klüften zwischen den Basaltsäulen von Stolpe mit 45,9 $\ddot{Si}$, 22,1 $\ddot{Al}$, 3,9 $\dot{Ca}$, 25,9 $\dot{H}$, schmelzen unter Blasenwerfen zu Email. Der kastanienbraune Bol von Siena in Toscana (terra de Siena) wird zu Frescomalereien benützt. Den lichtbraunen Bol aus der Basaltwacke von Striegau westlich Breslau, brachte der Kaiserl. Leibarzt Scultetus Montanus 1508 als terra sigillata Strigonensis in den Handel (J. Montanus, breve, sed exquisitum, vereque philos. judicium de vera nativa sigillata Strigonii a se inventa. Norimb. 1585).

Terra sigillata Agricola Bermannus 699 nannten die alten Mediciner einen feinen Thon, der als Universalheilmittel seit Homer's Zeiten in Brauch und Ansehen stand, »Turcae eam unicum pestis remedium esse asserantes«. Plinius 35. 14 führt sie unter den rothen Erden an: palmam enim Lemniae dabant. Minio proxima haec est, multum antiquis celebrata, cum insula, in qua nascitur. Nec nisi signata venundabantur: unde et sphragidem appellavere (σφραγίς Siegel). Nach Galen scheint es aber nicht die rothe, sondern eine andere weißlichgraue gewesen zu sein, welche noch heute am Tage von Mariä Himmel-

fahrt mit großer Feierlichkeit gesammelt wird und mit einem türkischen Siegel versehen in den Handel kommt. Klaproth (Beiträge IV. 327) gab davon eine Analyse, der Thon war mager, und zerfiel im Wasser wie Walkererde: 66 $\ddot{Si}$, 14,5 $\ddot{Al}$, 6 $\ddot{Fe}$, 3,5 $\dot{Na}$, 8,5 $\dot{H}$, war daher kein Bol im Werner'schen Sinne. Wie ursprünglich nur der „Lemnischen Erde" so wurde später vielen andern Thonen eine Heilkraft beigeschrieben, man schnitt sie zu cylindrischen Platten, und versah sie als Zeichen ihrer Aechtheit mit einem Siegel. Wallerius und Cronstedt rechnen alle diese Siegelerden zum Bolus, klagen aber schon, daß sie so viel verfälscht würden. Die gelbe Siegelerde von Striegau hat drei Berge als Siegel, auf den Namen des Entdeckers Montanus anspielend. Nach der Farbe hatte sie den bedeutungsvollen Namen axungia solis (Sonnenschmalz), die sächsische Wundererde von bläulich grauer Farbe hieß dem entgegen axungia lunae (Mondschmalz). Die Weiße von Malta wurde in Form von Kugelkalotten mit dem Bildniß des Apostel Paulus versendet. Besonders häufig findet man auch die rothen, weil Plinius die ächte Lemnische Erde als Rubrica beschreibt. Von diesen war die Württembergische in Apotheken beliebt, sie findet sich nicht blos in den rothgefärbten Keuperletten, sondern kommt auch Nesterweis von ausgezeichneter Feinheit und intensiver Farbe auf den Brauneisensteingängen von Neuenbürg vor. Cronstedt § 86 übersetzt daher Bolus geradezu in Eisenthon, „ein solcher scheint mir auch in der Medicin dienlicher zu sein, als andere Thonarten." Wer feine Thonsorten finden will, muß gerade den Klüften der Gesteine nachgehen, hier schlagen sie sich noch fortwährend aus den circulirenden Wassern nieder, sind schmierig, und erhärten erst an der Luft. Eine solche zufällig angehäufte Schmiere scheint der Pholerit im Kohlengebirge zu sein, ob er gleich die Zusammensetzung der Porzellanerde hat. Im Alterthum genoß besonders die

Sinopische Erde als rothe Malerfarbe großen Ruf. Theophrast § 94 unterscheidet dreierlei, die besten Sorten kamen von der Stadt Sinope mitten am südlichen Ufer des Schwarzen Meeres. Plinius 35. 13 sagt ausdrücklich Sinopis . . . . . in Cappadocia effossa a speluncis. Quae saxis adhaesit, excellit. Es war also ein nesterartiges Vorkommen. Klaproth (Beiträge IV. 345) fand darin 32 Kieselerde, 26,5 Thonerde, 21 Eisenoxyd, 17 Wasser, 1,5 Kochsalz. Die prächtig rothen Wände von Pompeji sind damit gemalt. Hier würde sich dann der Röthel anschließen, wie andererseits an den Brauneisenocker die Gelberde. Ein Theil der letztern kommt nesterförmig vor, in den Bohnerzen; andere ist Zersetzungsprodukt von Eisensäuerlingen bei Canstatt. Die Sachen kommen geschlemmt in den Handel. Die Werner'sche war ein Töpferthonflöz aus den jüngsten Formationen von Wehrau. Bei Amberg lagert im untern braunen Jura eine Erde, die nach Kuhn 33,2 $\ddot{Si}$, 37,1 $\ddot{Fe}$, 14,2 $\ddot{Al}$, 13,2 $\dot{H}$, 1,4 $\dot{Mg}$ enthält. Von Formeln kann da nicht die Rede sein. Durch Brennen wird sie roth, durch Mangangehalt braun, wie die sogenannte Cyprische (türkische) Umbra von der Insel Cypern, nach

Klaproth (Beiträge III. 140) 48 Ḟe, 20 M̈n, 13 S̈i, 5 Äl, 14 Ḣ. Kaffeebraune Manganhaltige Thone enthält auch der Keuperletten vom Vogelsang bei Stuttgart. Der zeisiggrüne Nontronit aus den Braunsteinlagerstätten über Lias von St. Pardoux bei Nontron (Dordogne) hat bei Andreasberg eine gelbbraune Farbe, und besteht im Wesentlichen aus (Ḟe, Äl) $\ddot{S}i^2$ + 3 Ḣ.

Intensiv gefärbte Thone gibt es noch eine ganze Reihe, besonders schön die grünen. Grünerde pag. 295 vom Monte Baldo mit seladongrüner Farbe schließt sich an Chlorit an. Durch Brocchi wurde 1811 die sogenannte krystallisirte Grünerde im Melaphyr des Gebirges Pozza im Fassathal bekannt, aus den schönsten und schärfsten ringsum gebildeten Afterkrystallen von Augit bestehend. Rammelsberg (Pogg. Ann. 49. 391) fand darin 39,5 Kieselerde, 10,3 Thonerde, 8,9 Eisenoxyd, 15,7 Eisenoxydul, 1,7 Magnesia, 8,7 Alkali nebst Wasser und Verlust. Mehrere hatten sogar bis 15,2 p.C. Ċa C̈, an die Feldspathafterkrystalle aus dem rothen Porphyr von Ilmenau pag. 263 erinnernd, in welchen Crasso (Pogg. Ann. 49. 386) sogar 49,5 Ċa C̈ neben 23,2 S̈i, 12,5 Ḟe, 7,3 Äl, 2,1 K̇, 0,2 Ṅa 2c. fand. Eisenoxydul scheint in Fassathalern die grüne Farbe zu erzeugen. Im Handel kommt auch eine berggrüne Thonsteinartige Masse unter dem Namen Grünerde vom Monte Paterno bei Bologna vor; oder aus den Alpen, woran der eingesprengte Bergkrystall öfter noch den chloritischen Ursprung verräth. Der weiche zeisiggrüne Pinguit im Schwerspath von Wolkenstein in Sachsen ist im Wesentlichen 37 S̈i, 30 Ḟe, 25 Ḣ, Jahrb. 1833. 427.

Wolchonskoit (Pogg. Ann. 29. 460) in Nestern und schmalen Gängen des Kreises Ochansk Gouv. Perm scheint ein krautgrüner Thon zu sein, worin die Thonerde hauptsächlich durch 34 Chromoxyd und 7,2 Eisenoxyd vertreten ist, neben 27,2 S̈i und 23,2 Ḣ. Wird ebenfalls als Farbematerial von den Russen benützt. Auch Pimelith pag. 250 ist hier wegen seiner schön grünen Farbe zu vergleichen, allem Anschein nach verwitterter Chrysopras, der aber schmilzt und mit Kobaltsolution schön blau wird. Auffallender Weise gibt Schmidt (Pogg. Ann. 61. 388) in den Steinmarkartigen sich fettig anfühlenden 32,7 p.C. Ṅi nebst 54,6 S̈i, 5,9 Ṁg, 5,2 Ḣ, so daß er im Wesentlichen 2 Ṅi S̈i + Ḣ sein würde. Die Talkerde läßt sich leicht aus dem Muttergestein, dem Serpentin, erklären.

Kerolith (Wachsstein, κηρός) von weißem wachsartigem Aussehen, Härte 2, aus dem Serpentin von Baumgarten in Schlesien 36,8 S̈i, 12,2 Äl, 19 Ṁg, 32 Ḣ. Bildet schmale Gänge wie der dortige Opal, und ist daher offenbar nur ein in Afterbildung begriffenes Quarzgestein. Saugt Wasser ein.

Alumocalcit aus dem quarzigen Rotheisensteine von Eibenstock in Sachsen, weiß, weich, spröde, ist nicht sowohl ein unreifer, als ein überreifer Opal mit 86,6 S̈i, 2,2 Äl, 6,2 Ċa, 4 Ḣ. Hier hatte das Gebirge nur Kalkerde abzugeben. Klebt nicht an der Zunge.

Allophan (ἀλλοφανής andersscheinend) von Gebersdorf bei Gräfenthal im Saalfeldischen bildet traubige himmelblaue Ueberzüge und Schnüre in einem eisenschüssigen Thon. Die derbern Partieen zeigen einen ausgezeichneten Glasglanz und muscheligen Bruch, Gew. 1,9, Härte 3. Seinem Aussehen nach sollte man es für lichten Kupfervitriol halten, dennoch fand Stromeyer 41,3 $\dot{H}$, 21,9 $\ddot{Si}$, 32,2 $\ddot{\overline{Al}}$, 0,7 $\dot{Ca}$ und nur 3 p.C. kohlensaures Kupfer darin. Andere sind reicher. Auf alten verlassenen Gruben bildet er öfter secundäre Niederschläge, die frisch noch schmierig sind, wie auf dem blauen Stollen von Zuckmantel in Oestr. Schlesien. Er färbt die Flamme grün, scheint aber nicht vitriolisch, sondern thonig.

Halloysit nannte Berthier die wachsartigen aus den Galmeilagern von Angleure bei Lüttich mit 45 $\ddot{Si}$, 39 $\ddot{\overline{Al}}$, 16 $\dot{H}$. Dufrénoy vereinigte unter diesem Namen eine ganze Reihe Steinmarkartiger Thone, die besonders in der Arkose von Centralfrankreich, welche zwischen dem Granit und Secundärgebirge (Lias) ihr Lager hat, sich eingesprengt finden. Der glänzendschwarze dichte Sordawalit von den Saalbändern eines Doleritganges im Finnländischen Gneuse und der ähnliche Wichtisit werden als „hyalin erstarrte Partieen des einstigen Trappmagmas" aufgefaßt (Jahrb. 1875. 552). Die Zahl der Namen wird hier endlos und wenig erfreulich.

Plastische Thone.

Kommen in größerer Menge schichtenweis eingelagert vor. So lange sie ihre Bergfeuchtigkeit enthalten, geben sie eine mehr oder weniger knetbare Masse, das macht sie für die Töpferei wichtig (Töpferthon). Trocken haben sie einen glänzenden Strich, ins Wasser gelegt zerfallen sie und werden wieder plastisch. Zeigen eine große Neigung. besonders beim Trocknen Fett aufzunehmen. Die meisten sind zusammengeflözt, und finden sich namentlich in jüngerer Zeit, im Braunkohlengebirge. Im Pariser Becken hat A. Brongniart sogar die ältere Tertiärformation unter dem Grobkalke, Formation des plastischen Thones genannt. Chemisch weichen sie kaum wesentlich von dem Kaolin ab, wenn man ihre mechanische Verunreinigung gehörig berücksichtigt, wie das z. B. Fresenius (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 57. 65) bei den Nassauischen Thonen nachwies: 100 Theile lufttrockenen Thones von Hillscheid enthielten 24,7 Streusand, 11,3 Staubsand, 57,3 Thon und 6,2 Wasser, und das ganze analysirt gab 77 Kieselerde, während der Thon nach Abzug des Sandes nur 45,3 Kieselsäure, 34,1 Thonerde, 3,3 Eisenoxyd, 3 Kali, 12,3 Wasser ꝛc. enthielt, was der Zusammensetzung von Kaolin schon nahetritt. Auch sieht man bei dem Verfahren sogleich ein, welches bedingte Gewicht auf Analysen solcher Sache zu legen ist, wenn von der mechanischen Scheidung so viel abhängt, die bei vielen Analysen früher fast ganz vernachlässigt wurde. Der stets vorhandene kleine Kaligehalt deutet den Ursprung aus Feldspath an.

Töpferthon Terra figularis Agric. 708, Argile glaise Hauy Traité IV. 557, Potter's Clay. Eine sehr plastische Masse, die vorzüglich zur Töpferei dient, und da fast kein Bezirk ohne Töpfer ist, so muß natürlich das verschiedenste Material angewendet werden. Die meisten plastischen Töpferthone werden von der Oberfläche genommen, es scheint die Circulation des atmosphärischen Wassers zu ihrer Präparation wesentlich beigetragen zu haben. Die feinste Abänderung nannte Werner erdigen Töpferthon, meist von graulicher und weißlicher Farbe, und zwischen den Zähnen knirschend von beigemengtem Sande. Gew. 2. Zu Tillendorf unweit Bunzlau in Schlesien fand Klaproth VI. 281 61 $\ddot{Si}$, 27 $\ddot{Al}$, 1 $\ddot{Fe}$, 11 $\dot{H}$; Thon von Gr. Allmerode, woraus die berühmten Hessischen Tiegel gemacht werden, ein ausgezeichneter graulichweißer Braunkohlenthon, hat nach Salvetat 47,5 $\ddot{Si}$, 34,4 $\ddot{Al}$, 1,2 $\ddot{Fe}$, 0,5 Kalk, 1 Magnesia, 14,5 $\dot{H}$. Die Analysen verschiedener Töpferthone schwanken zwischen 46—66 p. C. Kieselerde und 18—38 Thonerde. Durch Salze verunreinigte Thone fangen im Feuer an zu schmelzen, aber auch die unschmelzbaren verlieren ihre Plasticität. Sie liefern das Material zur gröbern und feinern Töpferwaare. Oben an steht

Steingut, dessen harte Masse porzellanartig zusammenbäckt, daher klingt. Vor der Erfindung des Porzellans diente es zu Luxusgegenständen, und der Stiel ist ein interessanter Beweis deutschen Kunstsinnes. Feines Steingut wird in unzähligen Varietäten hauptsächlich noch in England gemacht. Die Potteries in Staffordshire und Newcastle an der Tyne beziehen einen Theil ihres Thones dazu von Teignmouth in Devonshire. Gewöhnlich färbt man die ganze Masse: grün mit Chrom, blau mit Kobalt ꝛc. Die Französischen Fabrikate von Saargmünd werden geschliffen und polirt, ahmen Jaspis und Porphyr nach ꝛc. Gemeines Steingut dient zu Töpfen, Sauerwasserkrügen und andern wasserdichten Gefässen. Es besteht aus verschiedenen plastischen Thonen, die mit einem Cement (gestoßenen Steinscherben, Sand) gemischt werden. Nächst dem Porzellan bedürfen die Steingutöfen des stärksten Feuers, zur Glasur braucht man blos Salz in den Ofen zu werfen, das Natron bildet dann mit Kieselsäure ein Glas. Daher werden in Nassau ganze Schiffsladungen von Scherben ausgeführt, um sie gestoßen als Zusatz für feuerfeste Ziegeln und Gefässe zu benutzen. Das Steingut von Bunzlau in Schlesien, Vallendar (Coblenz gegenüber) ꝛc. ist berühmt. In England benutzt man Steingut wie Glas, und verfertigt Gefässe bis zu 6 Ohm Größe. Die Scherben von Steingut und Porzellan kleben nicht an der Zunge, die nachfolgenden kleben: das Kleben und Nichtkleben liefert ein Hauptmerkmal für Praktiker.

Fayence (Majolica) schmilzt und sintert nicht mehr zusammen, sondern ist blos stark gedörrt, und wird dann mit einer bleihaltigen Glasur überzogen, die von ganz anderer Beschaffenheit als die Masse ist. Was das Porzellan für die Malerei, das ist heute die Fayence für den Farbendruck. Früher wurde sie auch bemalt, die Malereien von Rhaphael,

Titian, Michel Angelo verschafften ihr großen Ruf. Feine Fayence hat eine durchsichtige Glasur, gemeine dagegen undurchsichtige und gefärbte. In Württemberg wird zu Schramberg im Schwarzwalde der schwarze Schieferthon der Steinkohlenformation mitbenützt, der sich ganz weiß brennt. Zu Schrezheim bei Ellwangen gibt man ihm eine smalteblaue Glasur, so kommen wir durch zahllose Abstufungen zur

Gemeinen Töpferwaare. Sie ist uns aus dem Alterthume überliefert, ihre Form kam bei Griechen und Römern zwar zur größten Vollendung, allein die Scherben kleben an der Zunge. Schon die Alten führten die größten Werke aus, wie die sogenannten Terracotten beweisen: auf dem Capitol stand ein Jupiter sammt Viergespann in Thon ausgeführt und mit Zinnober angestrichen. Kaiser Vitellius ließ eine Schüssel machen, welche eine Million Sesterzien (über 33,000 fl.) kostete. Die Hetrurischen Vasen mit ihren eigenthümlichen Malereien waren so geschmackvoll und beliebt, daß sie zur Zeit August's den silbernen und goldenen Gefässen den Rang streitig machten. Diese feine Töpferwaare des Alterthums, wovon wir so häufig Scherben auf unsern Feldern finden (Rottweil, Rottenburg), wurde von den Römern gern aus rothem Thon gemacht, man sagt aus Terra sigillata. Der Thon ist geschlemmt, das Roth durch Zusatz von Eisen erzielt. Grobe schwarze Töpferwaare (Thränen- und Aschenkrüge) wurde auch im Großen ausgeführt, wie das noch heute in warmen Ländern der Fall ist. So war das bekannte Faß des Diogenes ein solcher Topf. Unsere gemeine Töpferwaare verträgt den Temperaturwechsel, wie das Porzellan, um aber Flüssigkeiten halten zu können, muß sie mit einer Bleiglasur, die gleich auf die lufttrockenen Gefässe aufgetragen wird, überzogen werden. In warmen Gegenden macht man auch eigene Kühlkrüge ohne Glasur, wo der Thon sogar, um recht porös zu werden, noch mit einer verbrennbaren Substanz gemischt wird.

Pfeifenthon nennt man die weißen Thonabänderungen, welche dabei so rein sind, daß sie zwischen den Zähnen gar nicht knirschen. Sie liefern das Material zu den Cölnischen Pfeifen, welche in Frankreich beliebt sind.

Walkererde terra fullonum Agricola 708, Fouller's earth, Argile smectique. Die ächte englische Walkererde von Nutfield bei Riegate in Surrey ist ein muschelführender blaßgrünlich bis gelblich grauer schiefriger Thon des mittlern braunen Jura. Sie war früher so berühmt, daß man die Güte englischer Tücher ihr zuschrieb, und sie durfte daher nicht ausgeführt werden. Nach Klaproth (Beitr. IV. 334) zerfällt sie im Wasser geräuschlos und schnell „wie Uhrsand auseinander." Sie fühlt sich nur mäßig fett an: 53 $\ddot{\mathrm{Si}}$, 10 $\ddot{\mathrm{Al}}$, 9,7 $\dot{\mathrm{Fe}}$, 1,2 $\dot{\mathrm{Mg}}$, 24 $\dot{\mathrm{H}}$, Spuren von Kali; also wesentlich Thonerdearm. Solche zusammengeschwemmte Gebirge unter allgemeine Begriffe bringen zu wollen, möchte vergebliche Mühe sein, zumal da die verschiedensten Thone zum Entfetten benützt werden können. Die Alten bedienten sich dazu besonders der *γῆ κιμωλία* Theophr. § 110, Plinius 35. 57 nennt sie Creta Cimolia, nach der

Cycladischen Insel Cimolus (Argentiera). Klaproth (Beiträge I. 291) beschreibt den Cimolit perlgrau, er nimmt aber an der Luft eine röthliche Schattirung an (Cimolia ad purpurissum inclinans Plin.), gibt Späne wie Speckstein, im Wasser blättert er sich krummschiefrig, die Masse wird im Wasser nicht recht schlüpfrig, gerade wie die Walkererde, was das Abwaschen der damit befleckten Tücher offenbar erleichtert: die erste Analyse gab 63 $\ddot{S}i$, 23 $\ddot{\bar{A}}l$, 1,2 $\ddot{\bar{F}}e$, 12 $\dot{\bar{H}}$; eine zweite spätere (Beitr. VI. 284) dagegen 54 $\ddot{S}i$, 26,5 $\ddot{\bar{A}}l$, 5,5 $\dot{K}$, 12 $\dot{\bar{H}}$. Zwischen den Schieferletten der braunen Juraformation kommen wiederholt solche zähen Thonschichten vor, die im Wasser nicht so schmierig sich anfühlen, als feiner Töpferthon, und die wohl alle zum Walken sich eignen werden.

Bergseife nannte Werner den fettesten aller Thone, in Böhmen als „schwarze Bockseife" zum Waschen grober Tücher dienend. Sie kam von Olkucz in Polen, und Werner hielt sie für eine große Seltenheit: pechschwarz, sehr glänzend im Strich, färbt nicht ab, aber schreibt wie schwarze Kreide. Später hat man dann Thone anderer Fundorte dazu gezählt, sonderlich den schwarzen von Waltershausen bei Gotha, der ebenfalls schreibt und auf der schreibenden Spitze großen Glanz annimmt.

Bunte Thone hieß Werner die durch Eisen intensiv gefärbten, sie verlieren dadurch an Plasticität. Bei Wehrau kommt mit der dortigen Gelberde ein sehr ausgezeichneter rother vor. Der unreinste heißt

Lehm, jene gelben Lager, die besonders stark durch Sand, Kalk und im Wasser lösliche Salze verunreinigt sind, häufig Mammuthsknochen enthalten, und sich wo nicht Flugsand vorhanden unmittelbar unter der Ackerkrume finden. Zusammensetzung und Färbung hängt in Gebirgsländern mit von dem Gebirge ab, auf welchem sie liegen. Lehm hat eine außerordentliche Verbreitung. Da die gelbe Farbe von Eisenoxydhydrat herrührt, so brennt er sich im Feuer roth. Backsteine und Ziegeln werden aus Lehm gemacht. In südlichen Ländern, oder da wo es keine Steine gibt, trocknet man blos die geformten Stücke (Ninive, Babylon), sie werden dann aber nicht so hart, wie die gebrannten. Lehm ist ein sehr wichtiges Baumaterial, der magere im Rheinthal (Löß) fällt leicht zu feinem Staub auseinander, und geht zuletzt vollkommen in den Tripel über. Letten terra lutosa Agric. 707 ist fetter Lehm.

Schieferletten werden ins Wasser geworfen nicht plastisch, sind im Gebirge steinhart, durch Verwitterung zerfallen sie aber zu lauter kurzen Plättchen, welche schüttig an steilen Gehängen herunterrutschen. Die meisten brausen mit Säuren stark, schmelzen vor dem Löthrohr, gehen also in Mergel über. Indeß da sie nach langer Verwitterung einen zähen plastischen Dreck geben, so pflegt man sie nicht den Mergeln sondern den Thonen zuzuschreiben. Hausmann nennt sie Mergelthon. Bei der Zufälligkeit der Bildung ist es freilich nicht möglich, hier überall die richtige Grenze zu stecken. Werner scheint sie hauptsächlich unter seinen verhärteten Mergeln begriffen zu haben, während der eigentliche

Schieferthon Argilla indurata fast ausschließlich dem Steinkohlengebirge angehört. Er ist von kohligen Theilen schwarz gefärbt, seltener grau, hat aber einen grauen Strich. Vor dem Löthrohr schmilzt er nicht, brennt sich aber weiß, und wenn Eisen da ist, roth. Denn die schwarze Farbe rührt lediglich von Kohle her. Er ist auch steinhart und gibt mit Wasser angemacht keinen plastischen Thon, er müßte denn vorher fein gestoßen, geschlemmt und gebeizt sein. An der Luft der Verwitterung von Regen und Sonnenschein ausgesetzt, zerfällt er bald zu „unbestimmt eckigen" Stücken. Die Analyse einer Abänderung aus der Grafschaft Mark von Brandes gab 67,5 $\ddot{S}i$, 11,3 $\ddot{A}l$, 4,2 $\ddot{F}e$, 4,9 $\dot{H}$, Schwefelkies, Kohle, Alaun, Ammoniak 2c. Wegen seiner häufigen Pflanzenabdrücke heißt er auch Kräuterschiefer, welcher besonders das Dachgestein der Steinkohlen bildet. Wie der Plastische Thon die Braunkohle, so begleitet der Schieferthon die Steinkohle. Wenn Schieferthon viel Bitumen enthält, so brennt er, dieser heißt dann auch wohl Brandschiefer, Klaproth Beitr. V. 182 hat einen solchen von Wologda untersucht. Mineralogisch kann man die Sache kaum festhalten. Zeichenschiefer (schwarze Kreide) heißen die im Handel vorkommenden milden Schieferthone, welche so viel Kohle haben, daß sie einen schwarzen Strich machen, und wegen der Milde des Schiefers auf Papier schreiben. Die beste soll aus Spanien von Marvilla in Andalusien und aus Italien stammen, daher auch pierre d'Italie genannt. In Deutschland ist besonders Oberhüttendorf und Dünahof bei Ludwigstadt im Bayreuthischen als Fundort bekannt. Man präparirt auch künstlich Schreibstifte daraus.

Thonschiefer Phyllites gehört vorzugsweise der Uebergangsformation an. Er ist ein Reibungsprodukt des Urgebirges, wie es sich noch heute an den Küsten Norwegens oder bei Gletschern bildet. Farbe schwarz, grau, grünlich, röthlich 2c. Hart und steinartig sondert er sich in den ausgezeichnetsten Platten ab, die aber nicht Folge der Schichtung sind, da sie nicht der Schichtung parallel gehen, sondern Folge einer durch Druck erzeugten Absonderung. Griffelschiefer von Sonneberg südwestlich Saalfeld, läßt sich in stängliche Stücke spalten, woraus die Griffel zu Schiefertafeln geschliffen werden. Er ist etwas weicher als der Tafelschiefer, und an der Luft sondert er sich von selbst stänglich ab, wird aber dadurch auch brüchig. Daher muß er frisch gebrochen gleich sorgfältig in feuchten Kellern zur weitern Bearbeitung aufbewahrt werden. Die Anwendung zu Schiefertafeln und zum Dachdecken kennt schon Agricola, er nennt ihn Saxum fissile Schiefer pag. 707, aber versteht darunter die verschiedensten plattigen Steine. Die Schiefertafeln von Lehesten im Thüringer Walde sind berühmt. Dachschiefer dürfen in kochendem Wasser lange Zeit nicht zerfallen, und müssen Jahrhunderte der Verwitterung widerstehen. Nicht alle sind „klastischer Natur", sondern zeigen viele mikroskopische Krystallnadeln.

2. Anhang. Gläser.

Die Gläser bilden eine amorphe spröde Masse mit vollkommen muscheligem Bruch. Besonders homogen erscheinen die künstlichen und doch bestehen sie nach Leydolt (Pogg. Ann. 86. 494) aus durchsichtigen Krystallen, die wie beim Porphyr in eine amorphe Grundmasse eingeknetet sind. Bei der Behandlung mit Flußsäure kommen die Krystalle zum Vorschein. Glas entsteht durch Schmelzen und schnelles Erkalten der verschiedensten Minerale und Gebirgsarten. Schon Klaproth (Beiträge I. 5) hat darüber umfassende Versuche angestellt. In der Natur im Großen sind ganz besonders die Trachyte und Feldspathgesteine zur Glasbildung geeignet. Glas hat die merkwürdige Eigenschaft, daß es, ehe es in Fluß kommt, in der Rothglühhitze sich formen, schweißen und kneten läßt wie Wachs. Das ist für die Technik von ungemeiner Wichtigkeit. Der Glasfluß löst übrigens Basen und Kieselsäure im Ueberschuß, so daß er keine bestimmte chemische Verbindung zu sein braucht.

Obsidian.

Lapis Obsidianus Plinius 36. 67, quem in Aethiopia invenit Obsidius, nigerrimi coloris, der erste Personenname im Alterthum. August stellte 4 Elephanten von Obsidian im Tempel der Concordia auf. In Rom wurde überhaupt ein großer Luxus damit getrieben, man machte Trinkschalen daraus, die ganz die Stelle unseres Glases vertraten, Kugeln mit Wasser gefüllt gebrauchte man als Brenngläser und dergleichen mehr. Theophrast § 25 nennt ihn λιπαραῖος, weil er von den Liparischen Inseln kam, und beschreibt seinen Zusammenhang mit dem Bimstein vortrefflich. Anthrakion diente zu Spiegeln.

Obsidian bildet das vollkommenste unter den natürlichen Gläsern, er zeigt den vollkommensten muscheligen Bruch, und ist so spröde, daß man mit dem kleinsten Hammer die größten Blöcke zerschlagen kann. Diese auffallende Sprödigkeit rührt vom schnellen Erkalten her: die Theilchen sind gezwungen, an der Oberfläche schnell eine Lage einzunehmen, welche sie vermöge ihrer Krystallisation nicht nehmen würden, den inneren Schichten bleibt dagegen mehr Zeit zur Krystallisation. Das erzeugt eine Spannung der äußern gegen die innern Theile, die man beim künstlichen Glase durch möglichst langsame Abkühlung sorgfältig zu vermeiden sucht. Glastropfen in kalt Wasser getröpfelt (Glasthränen) bilden daher das allersprödeste Glas. Sammtschwarze Farbe herrscht vor, doch geht dieselbe in's Grüne und Farblose. Auch die Durchscheinenheit ist sehr verschieden, und hängt namentlich auch von der mehr oder weniger vollkommenen Glasbildung ab. Manche Mexicanische haben einen eigenthümlichen gelblichen Schiller, der von innern Blättchen herzurühren scheint (Jahrb. 1872. 1). Härte 6, Gew. 2,4. Brechungsexponent 1,48. Oft mit ausgezeichneter Fluidaltextur pag. 213.

Vor dem Löthrohr entfärbt er sich und schmilzt zu einem schwammigen Glase, was bei größern Stücken an Bimsteinbildung erinnert. Da Knox (Philos. Transact. 1823. pag. 520) im Obsidian von der Insel Ascension 0,2 p.C. bituminöses Wasser und im Feuer 1,75 p.C. Verlust bekam, so hat man die schwarze Färbung und das Aufschäumen wohl daraus erklären wollen, Abich (Geol. Beob. pag. 62) dagegen, der die vortrefflichste Arbeit darüber geliefert hat, leitet das Aufblähen von einem Kaliverlust hèr. Die Analyse fällt natürlich sehr verschieden aus, je nachdem man Sorten vor sich hat. Der Obsidian von

Lipari hat 74 Kieselerde, 13 Thonerde, 2,7 Eisenoxyd, 5,1 Kali, 4,1 Natron, 0,3 Chlor, 0,2 Wasser, so daß man ihm die Formel $\dot{R}\,\ddot{Si} + \dot{\mathbf{R}}\,\ddot{Si}^3 + 5\,\ddot{Si}$ geben könnte. Der Ueberschuß von 5 $\ddot{Si}$ über glasigen Feldspath deutet auf einen Kieselerdereichen Trachyt (Trachyt-Porphyr) hin. Der Obsidian von Island, Ponza, Cerro del Quinche nördlich Quito gehören zu den gleichen, sowie überhaupt diejenigen, welche das Phänomen der Entglasung oder sogenannte Krystalliten zeigen: das heißt graue ungeschmolzene Flecken, die in der glasigen Grundmasse schwimmen. Auf der nordöstlichen Spitze von Lipari im Gebiete der kieselreichen Trachytporphyre erheben sich weiße Bimsteintrümmer im Monte Campobianco zu einem der „prachtvollsten Kratere, die es geben mag." Auf seinem Boden bricht 500' über dem Meere in furchtbar schöner Rauheit ein Glaslavenstrom hervor, der in 100' betragender Mächtigkeit und $\frac{1}{8}$ Meile Breite dem Meere zustürzt. Ueber diesen Strom, sowie über einen kleinen zweiten schweigt die Geschichte, obgleich die Glasnatur des Gesteins jedem atmosphärischen Angriff trotzgeboten hat; die Ströme überzogen sich nur mit einer eigenthümlichen emailartigen Kruste, „welche ihre perenne Dauer noch mehr sichern zu wollen scheint." Zur zweiten Sorte gehören die blaßgrünen von

Teneriffa und die dunkelbraunen von Procida und Ischia. Ersterer hat 61,2 Kieselerde mit etwas Titansäure, 19 Thonerde, 4,2 Eisenoxyd, 0,2 Talkerde, 10,6 Natron, 3,5 Kali, etwa mit der Formel $\dot{R}\,\ddot{Si} + \dot{\mathbf{R}}\,\ddot{Si}^2$. Der Krater von Cahorra bildet einen Damm von Trachyten, der aus einem wahren Meere von Bimstein emporsteigt. Ungeheure Ströme verglaster Laven von Pechstein- und Obsidiangrundlage umgeben den Pic.

Bouteillenstein (Pseudochrysolith) findet sich zu Thein an der Moldau und Budweis in Böhmen auf den Feldern in einer Art von Geschieben im Sande und in der Dammerde (Zippe, Leonhard's Jahrb. 1841. pag. 115). Er scheint wie bouteillengrünes Glas durch, ist aber an der Oberfläche eigenthümlich rauh und zerhackt. Man hat ihn wohl für Kunstprodukt gehalten. Die Analyse gab 82,7 Kieselerde, 9,4 Thonerde, 2,6 Eisenoxyd, 1,2 Kalkerde, 1,2 Talkerde, 2,4 Natron ꝛc. (Hauer Jahrb. geol. Reichs. V. 868). Zeigt unter dem Mikroskop „eine unermeßliche Menge von Dampfporen".

Marekanit vom Bache Marekanka bei Ochotsk in Ostsibirien bildet

dunkelfarbige Kugeln, von allen Graden der Durchsichtigkeit. Die undurchsichtigen erinnern auffallend an Perlstein, welcher zugleich ihr Lager bildet. Klaproth fand in den durchsichtigen 81 p. C. Kieselerde. Aus Indien kommen bouteillengrüne Kugeln von 2—2½ Zoll Durchmesser, die so hart wie Quarz sind. Als ein Pariser Steinschleifer eine solche in Platten zerschneiden wollte, zersprang die eine unbefestigte Hälfte mit Zischen und Detonation. Das erinnert an das Zerspringen der Glasthränen. In der Mitte finden sich Höhlungen von Erbsengröße. Stumpfeckige Einschlüsse birgt in großer Menge der Ungarische Perlstein (Telköbanya, Hlinicker Thal). In Nordisland kommen Obsidiane vor, welche den Ungarischen in Beziehung auf Glanz und blauschwarze Farbe gleichen: sie halten offenbar die Mitte zwischen Pechstein und ächtem Obsidian, und schließen eigenthümlich excentrisch fasrige Kugeln ein (Aequinolith), die an Sphärulith erinnern.

Auch in den Basalten lagern zuweilen Glasflüsse: so erwähnt Hausmann einen Tachylyt aus den Absonderungsflächen des Basaltes vom Säsebühl bei Dransfeld. Er zeigt die prachtvollste Fluidaltextur (Jahrb. 1871. 622). Ein augitisches Bisilicat mit 55,7 $\ddot{S}i$, daher leichter schmelzbar als die Kieselerdereichen, worauf der Name anspielt. Zu Babenhausen im Vogelsgebirge finden sich bläulich schwarze Stücke, worin Ch. Gmelin (Pogg. Ann. 49. 235) nur 50,2 $\ddot{S}i$, 17,8 $\ddot{A}l$, 10,3 $\dot{F}e$, 8,2 $\dot{C}a$, 5,2 $\dot{N}a$, 3,8 $\dot{K}$, 1,4 $\ddot{T}i$ fand, was also noch nicht einmal Bisilicat ist $\dot{R}^3 \ddot{S}i + \ddot{A}l \ddot{S}i^2$. Der Hydrotachylit (Jahrb. 1869. 32) von Roßdorf bei Darmstadt hat sogar 12 Wasser. Silliman spricht von einem Obsidian auf den Sandwichsinseln, der 51,2 Kieselerde, 30,3 Eisenoxydul, 18,2 Magnesia hatte, also ganz die Zusammensetzung des Augites zeigt. Besonders benennen sollte man solche zufälligen Schmelzprodukte nicht. Denn sonst müßte man auch die überglasten Bomben, welche z. B. so ausgezeichnet zu Bos in der Eifel vorkommen, müßte die schönen grünen Gläser, welche aus Gneis, Granit, weißem Keupersandstein rc. in unsern Hochöfen sich bilden, besonders benamen. Buchit hat man die von Basalt geschmolzenen bunten Sandsteine in Hessen genannt, welche sich besonders ausgezeichnet am Wildenstein bei Büdingen finden (Epochen der Natur 154). Sie gleichen einem schwarzen Pechstein.

Aechten glasartigen Obsidian, der nur mit Bimstein zusammen lagert, benützten schon die Griechen zu Pfeilspitzen (Marathonsteine), die Römer zu Spiegeln und Gemmen, denn man trifft ihn nicht blos auf Lipari, sondern auch auf den Griechischen Inseln Milo und Santorin an, dagegen haben die berühmten Feuerberge Vesuv und Aetna keinen. Nach Humboldt verfertigten sich die alten Mexicaner selbst Rasiermesser daraus, was durch geschickten Schlag geschah. Jetzt dient er zu Trauerschmuck. Blöcke von reinster Beschaffenheit sind übrigens selbst bei Strömen nicht gewöhnlich, und müssen sorgfältig ausgewählt werden.

Bimstein.

Pumex Plinius hist. nat. 36. 42 probatio in candore minimoque pondere, et ut quam maxime spongiosi aridique sint, ac teri faciles, nec arenosi in fricando. *Κίσσηρις*, Theophrast § 33—40 läßt sich darüber weitläufiger als gewöhnlich aus, begreift aber alle porösen Laven darunter und sagt ausdrücklich, daß sie nur um die Mündung brennender Berge vorkämen. Agricola natur. foss. pag. 614 kennt sie bereits vom Rhein, und schließt daraus, daß es dort gebrannt haben müsse. Erdbeben, Vulkane, Bitumen und vor allem der Bimstein waren auch für Leibnitz (Protogaea § 19) der sicherste Beweis, daß im Erdinnern Feuer sei. Ponce, Pumice.

Bimstein ist nichts weiter, als ein schaumig aufgeblähter Obsidian. Gew. 2,2—2,3, so schwer wie geschmolzener Trachyt. Es gibt einen glasigen (schaumigen) mit mehr runden Poren, an deren Seitenwänden man auch die Glasnatur noch erkennt. Er ist wie der Obsidian blaßgrün auf Teneriffa, und dunkelbraun auf Procida und Ischia, und entspricht der kieselärmern Obsidianabänderung mit 61—62 p.C. Kieselerde; der fasrige (gemeine Bimstein) hat etwas Seidenglänzendes, besonders wenn die Fasern parallel gehen, und büßt am meisten von seiner Glasnatur ein. Muster ist besonders der von den Liparischen Inseln, worin Klaproth (Beitr. II. 65) schon 77,5 Kieselerde, Abich 73,7 $\dot{S}i$ nachwiesen, neben 4,5 Natron und 4,7 Kali. Gehört also zur kieselreichen Abänderung. Der Bimstein der Eifel ist Kieselerdeärmer, wasserhaltig, und sehr dickflüssig. Das Fadige ist der Bildung der Fäden des sogenannten gesponnenen Glases analog, und darf nicht mit fasriger Structur verwechselt werden. Viele poröse sind schwimmend leicht, aber nur in Folge der Poren, denn das Pulver hat fast das Gewicht des entsprechenden Obsidians. Ein Licht auf die Bildung werfen manche Hochofenschlacken, welche mit Wasser schnell abgekühlt ein poröses Gefüge annehmen, ganz dem des schaumigen Bimsteins ähnlich. Namen wie Bimsteinporphyr, Obsidianporphyr 2c. erklären sich von selbst. Die Vulkanische Asche, welche 29ten März 1875 von dem 170 Meilen fernen Island in Norwegen ankam, bestand aus Obsidian (Jahrb. 1875. 400). Noch zarter ist „Pele's Haar", welches aus den Vulkanen von Hawai wie „Spinngewebe" durch Windwehen weit zerstreut wird.

Künstliches Glas.

Plinius 36. 65 erzählt uns zwar die berühmte Geschichte Phönicischer Kaufleute, welche an den Ufern des Belus auf den Glasfluß kamen, allein man weiß, daß offenes Feuer zur Erzeugung von Glasflüssen kaum hinreicht. Das Glas war schmutziggrün, und zu Hiobs Zeiten theurer als Gold. Damit das Glas möglichst klar werde, muß man es schnell abkühlen, weil sonst Entglasung eintritt, die auf Bildung von Augitkry=

stallen beruhen soll (Compt. rend. 78. 386). Da das schnelle Abkühlen aber große Sprödigkeit erzeugt, so muß man diese wieder durch Anwärmen in besondern Oefen nehmen. Durch Ablöschen in besonderer Flüssigkeit (Oel) will man neuerlich sehr zähe Gläser erlangt haben. Der Satz guten Glases ist sehr verschieden. Gewöhnlich wendet man Sand an, weil damit das Pulvern des harten Quarzes erspart ist. Die Engländer führen sogar einen solchen als Ballast und Rückfracht von Sidney in Neuholland ein. Das feinste Glas gibt freilich der Feuerstein und Bergkrystall, die man glüht, ablöscht und dann pulvert. Aber auch Feldspath, Klingstein, Trachyt, Bimstein, Basalt, Lava, Lehm, Mergel ꝛc. können gebraucht werden. Kali und Natron befördern die Flüssigkeit, aber Natron theilt ihr eine bläuliche Färbung mit. Kalkerde vermehrt die Härte, und gibt mit Kali das weißeste Glas; Thonerde erhöht die Strengflüssigkeit; Bleioxyd macht es weich (schleifbar), glänzend und stark lichtbrechend; Eisen gibt ihm grüne nicht gern gesehene Färbung; daher sind Thonerde und Eisen die hauptsächlichsten Feinde eines guten Satzes. Zu dem gemeinsten Glase der Champagner-Flaschen nimmt man 200 Feldspath, 125 Hochofenschlacken, 20 Kalkerde, 15 Kochsalz. Dasselbe ist zwar grün, kann aber durch Braunstein entfärbt werden. Zum Fensterglase braucht man schon einen feinern Satz von der Formel $3 \dot{Na} + 5 \dot{Ca} + 12 \ddot{Si}$, mit etwa 69,6 Kieselerde, 15,2 Natron, 13,3 Kalk, 1,8 Thonerde. Ohne Kalk würde es der Verwitterung nicht widerstehen, und ohne Natron zu leicht krystallinisch und trüb pag. 269 werden. Spiegelglas besteht aus der Formel $2 \dot{Na} + \dot{Ca} + 6 \ddot{Si}$, etwa mit 72 Kieselerde, 17 Natron, 6,4 Kalk, 2,6 Thonerde, ist also ein Bisilikat. Das zu Luxuswaaren verschliffene Krystallglas enthält $3 \dot{Ka} \ddot{Si}^3 + 4 \dot{Pb} \ddot{Si}^3$ mit 59,2 Kieselerde, 9 Kali, 28,2 Bleioxyd, 1 Manganoxydul; wegen des Bleies ist es außerordentlich schwer. Als Entfärbungsmittel nimmt man nicht mehr Braunstein, sondern Salpeter oder Arsenik. Das kostbare Flintglas (so genannt, weil man früher dazu den Flint pag. 249 benützte), enthält $6 \dot{K} + 9 \dot{Pb} + 20 \ddot{Si}$, der Bleigehalt erzeugt die starke Strahlenbrechung, leider aber auch eine starke Farbenzerstreuung. Die reine Darstellung hat große Schwierigkeit: die Salze mischen sich ungleich, es bilden sich leicht Blasen und Streifen, die nur durch vieles Rühren mühsam fortgeschafft werden können, was mit der Zunahme der Größe des Schmelzgefässes immer schwieriger wird, da nicht in allen Theilen die Hitze gleich gemacht werden kann. Crownglas $\dot{K} + \dot{Ca} + 3 \ddot{Si}$ zerstreut die Farben nicht so stark.

Straß heißt man das Material für künstliche Edelsteine, $3 \dot{K} + 9 \dot{Pb} + 16 \ddot{Si}$. (Elsner chem. techn. Mittheil. 1853. III. 34). Hier kommt es hauptsächlich noch darauf an, die Farbe der Edelsteine nachzuahmen, außerdem spielt die Färbung der Gläser in der Glasmalerei eine wichtige Rolle:

Gelb erzeugt man unter anderem mit Silber: man mischt Chlorsilber mit gepulvertem Thon, bestreicht damit die Oberfläche der Waare, und wärmt wieder auf ohne zu schmelzen. Dann zieht sich das Silber

in das Glas, und schabt man den Thon ab, so kommt die schöne Farbe zum Vorschein. Die gelbe Farbe der gemeinen Flaschen rührt von Zusatz von Birkenrinde, Ruß, Kohle &c. her: die Masse kann in den bedeckten Glasgefässen nicht verbrennen und vertheilt sich daher darin. So können Bitumina in Obsidianströme kommen, die über Pflanzen hinströmen. Pelouze (Compt. rend. 60. 985) meint jedoch, die Kohle wirke nur reducirend, das färbende Princip seien darin vielmehr die entstehenden Schwefelalkalien.

Roth durch Kupferoxydul ($\dot{\mathrm{Ꞓu}}$) ist das seit ältester Zeit bekannte prachtvolle Roth der Glasfenster. Da Kupferoxyd ($\dot{Cu}$) grün färbt, so setzt man Desoxydationsmittel, wie Kohle, Zinn, Eisenhammerschlag zu. Nach der Schmelzung ist das Oxydulglas farblos, wird aber beim Wiederanwärmen tief roth, indem sich das Kupferoxydul ausscheidet. Die färbende Kraft ist so stark, daß es selbst in geringen Mengen bis zur Undurchsichtigkeit röthet. Um daher die Töne in der Hand zu haben, überzieht (überfängt) man farblose Gläser mit einer dünnen Schicht, und erzeugt dann durch Abschleifen die gewünschte Intensität. Schon die Römer (Plinius XXXVI. 67) machten solche Glaspasten, worin Klaproth (VI. 142) 15 $\dot{Cu}$ und 20 $\dot{Pb}$ nachwies. Goldoxydul $\dot{Au}$ gibt rubinrothe Gläser. Früher wendete man den schon von Cassius entdeckten Goldpurpur an. Nach Fuß braucht man jedoch das Gold nur in Königswasser zu lösen, und zum Glassatze zu gießen. Auch dieses ist nach dem ersten Schmelzen farblos, und wird erst beim Wiedererhitzen das beliebte Rubinglas. Man darf es aber nicht zu schnell erkalten, sonst geht es durch, d. h. es bleibt ungefärbt. Die Färbung scheint durch eigenthümlichen Aggregatszustand des Goldes hervorgerufen zu werden.

Blau ist die Farbe des Kobaltoxydul ($\dot{Co}$), $\frac{1}{1000}$ Kobalt färbt schon merklich. Die Kobaltgläser wurden seit 1540 in Sachsen bekannt. Der Smaltesatz darf weder Erden noch Natron haben, daher wendet man gereinigte Pottasche mit gereinigtem Quarz an. Da das Kobalterz stets eisenhaltig ist, so muß Giftmehl (Arsenige Säure) hinzu, das Eisenoxydul unschädlich macht. Die Alten färbten auch mit Eisen blau, Klaproth VI. 147 fand in solchen sapphirfarbigen Glaspasten 10 $\dddot{Fe}$. In unsern blauen Eisenschlacken ist ebenfalls keine Spur von Kobalt.

Amethystfarbe kann, da sie rothblau ist, durch Kobalt und Gold erzeugt werden. Doch nimmt man gewöhnlich Manganoxyd, man muß sich aber vorsehen, daß durch einen Kohlengehalt des Satzes kein Manganoxydulsalz sich bilde.

Grün ist die Farbe des Kupferoxyds $\dot{Cu}$, doch darf kein Eisenoxydul zugegen sein, was sich sonst auf Kosten des Kupferoxyds oxydirt. Die Bleigläser werden am schönsten grün, weil sie einen Stich in's Gelb, und das Kupfer einen Stich in's Blau hat. Eisenoxydul liefert nur eine geringe bouteillengrüne Farbe. Das schönste aber theuerste liefert Chromoxyd ($\dddot{\mathrm{Ꞓr}}$).

Braunstein mit Zaffer gibt Granatfarbe; Eisenoxyd mit Thonerde,

beide durch Glühen eines Gemenges von Eisenvitriol und Alaun erzeugt, geben fleischroth, ebenso Gold mit Silber; Eisenoxyd mit Silber gibt orange; ebenso Selen; schwarz erzeugt man aus je zwei sehr färbenden Stoffen. In Böhmen schmilzt man aus Hochofenschlacken und Basalt schwarze Gläser.

Schmelzglas (Email) entsteht, wenn ein Bestandtheil des Glassatzes unfähig ist in den Fluß einzugehen, oder wenn er sich im Verlaufe der Schmelzung ausscheidet. Es wirkt ein in der Glasmasse schwebender Niederschlag so eigenthümlich auf das Licht, daß das Glas milchig erscheint, sobald der Niederschlag weiß ist. Beinglas bildet man mit Knochenasche: geschmolzen ist der Satz vollkommen klar, die Milchfarbe tritt erst beim Anwärmen hervor. Mit Kupferoxyd nimmt das Beinglas merkwürdiger Weise keine grüne, sondern eine türkisblaue Farbe an. Email bildet also eine Zwischenstufe zwischen Glas und Stein. In der Natur haben wir hauptsächlich zwei solche unvollkommene Gläser, Perlstein und Pechstein, die mehr den ältern vulkanischen Gebirgen angehören (Knapp, Chem. Technol. I. pag. 380).

Perlstein (Perlit) wurde schon 1791 von Fichtel als Vulkanischer Zeolith aus dem Telkebanyer Gebirge in Oberungarn beschrieben, und richtig für ein Feuerprodukt gehalten. „Nachdem aber erfahrnere Mineralogen jenes Gebirge untersucht, und diese Behauptung als grundlos anerkannt haben," nannte es Werner Perlstein. Hält die Mitte zwischen Pechstein und Obsidian, wie ein ausgezeichnetes Emailglas, meist von perlgrauer Farbe. Er sondert sich zu lauter rundeckigen Stücken ab, und fällt auch in solche auseinander. An dem ächten kann man gar keine ordentliche Bruchfläche darstellen, es zeigt alles perlartige Absonderung. Klaproth fand 75,12 $\ddot{S}i$, 12 $\dddot{A}l$, 4,5 $\dot{K}$, 4,5 $\dot{H}$, 1,6 $\dddot{F}e$. Auch nach neuern Analysen zeigen sie sich kieselreicher als Obsidiane. Sie scheinen mehr Kali- als Natronhaltig. Auffallend sind nicht blos diese gewöhnlichen rundeckigen bis runden Obsidiankugeln, die zu Ochotsk, Cabo de Gata in Spanien 2c. ganz durchsichtig werden, sondern in den Ungarischen Perlsteinen kommen sehr zierliche Kugeln vor, die Werner Sphärulit nannte (Hoffmann Mineral. IV. b. 151). Die Kugeln sind innen dicht, zeigen kaum einen Anfang von excentrischer Faserung, auf der Oberfläche gewahrt man viele kleine blasenförmige Erhöhungen, nach der Art der Glasköpfe. Im Mittelpunkt findet sich zuweilen ein kleines Korn von blättrigem glasigem Feldspath. Ihre gelbe Farbe unterscheidet sie zwar sehr von der Perlgrauen des Muttergesteins, auch sind sie härter, fast Quarzhart, aber in der Zusammensetzung scheinen sie nur unwesentlich abzuweichen. Erdmann fand 77,2 $\ddot{S}i$, 12,5 $\dddot{A}l$, 4,3 $\dot{K}$, 3,3 $\dot{C}a$, 0,7 $\dot{M}g$, 3,3 $\dddot{F}e$. Besonders ausgezeichnet in den Perlsteinen des Hlinicker Thales, worin Schmölniz nordwestlich Kaschau liegt. Tokay, Telkebanya. Der graue Meteorstein von Shalka in Ostindien, 30. Nov. 1850 gefallen, hat zwar ein perlsteinartiges Ansehen, soll aber dennoch aus Olivin und Bronzit bestehen, Rammelsberg Monatsber. Berl. Akad. 1870. 321.

Pechstein bekam von Werner wegen des ausgezeichneten von kleinen Nadeln herrührenden Pechglanzes seinen Namen. Die grünliche Farbe herrscht vor, dann gehen sie ins Gelbe, Rothe. Die schwarzen treten dem Obsidian, die grauen dem Perlstein nahe. Auch von Halbopalen sind sie äußerlich oft kaum zu unterscheiden. Hauy nannte sie Feldspath résinite, allein zur Feldspathigen Zusammensetzung fehlt es bedeutend an Alkalien. Klaproth fand in dem von Garsebach im Triebisch-Thale bei Meissen (Beiträge III. 257) 73 Kieselerde, 14,5 Thonerde, 1 Kalkerde, 1 Eisenoxyd, 1,7 Natron und 8,5 Wasser. Knox gibt zwar 2,8 Natron an, aber immer bleibt die Kieselerde außerordentlich überwiegend. Hauptfundort ist das Triebischthal, wo sie in Gesellschaft von Pechthonstein den Porphyr durchbrechen, sie kommen zwar außerdem noch an andern Orten vor, sind hier aber zuerst 1759 durch einen Dresdener Mineralogen Schulze beschrieben, und anfangs für Opale gehalten, bis man die Schmelzbarkeit erkannte. Nach Naumann (Geogn. Beschr. Königr. Sachsen V. 187) sollen sie schon in der mittlern Periode des Rothliegenden hervorgebrochen sein. Die ächten sind daher dem jüngern Perlstein- und Obsidiangebiet fremd. Pechstein steht ganz an der Grenze der Gläser, welche auf der Insel Arran den Kohlensandstein durchbrochen haben, sogar dazwischen gelagert sind, Jahrb. 1871. 297.

Porzellanjaspis, besonders von lavendelblauer und ziegelrother Farbe, entstand durch Brände im Braunkohlengebirge aus plastischem Thon. Hessen und Böhmen.

Zweite Klasse.

Salinische Steine und Erze.

Silicate sind freilich auch Salze, und folglich salinisch. Allein da die Kieselsäure jene auffallenden Unterscheidungsmerkmale hat, so scheint es nicht unpassend, unter dem Namen salinisch vorzugsweis alle diejenigen Verbindungen zusammenzufassen, deren Sauerstoffsäure nicht Kieselerde ist. Zu weitern Unterabtheilungen böten sich dann die Säuren oder die Basen dar. Nun vertreten aber viele Basen sich so leicht unter einander, daß es nicht möglich ist, ihnen allseitig sichere Grenzen zu ziehen, so angenehm es auch sein mag, besonders bei den technisch wichtigen Substanzen, die Basen nicht zu trennen. Kalke, Baryte, Eisen-, Kupfer- und Bleierze rc. würden gute Gruppen bilden, und Weiß hat auch in seinen Vorträgen die salinischen Steine von den salinischen Erzen scharf getrennt gehalten. Andererseits sind die Säuren, wenn gleich von geringerm technischen Nutzen, für die Formbildung der Krystalle von größter Bedeutung, oft scheint es, als wenn die Basis sich blos passiv und nur die Säure activ verhalte. Dazu kommt, daß in Beziehung auf Basen sich diese Klasse von der vorigen kaum unterscheidet. Zwar kommt die $\dddot{A}l$ und ihre Verwandten nicht häufig, $\dot{C}a$, $\dot{B}a$, $\dot{S}r$ herrschen mehr, allein das sind Sachen von sehr untergeordneter Bedeutung. Dagegen treten die Säuren, kaum bei den Silicaten angedeutet, in geschlossenen Reihen hier und nicht wieder auf. Oben an steht

1. **Kohlensäure** $\ddot{C}$. Sie dringt als schweres erstickendes Gas aus unzähligen Spalten der Erde hervor: der Kissinger Riesensprudel 75′ hoch steigend und aus 2000′ Tiefe kommend liefert in der Minute mit 100 Cubikfuß Wasser 200 $\ddot{C}$. Sie war daher in den Säuerlingen schon lange Zeit als „Luftsäure" den Mineralogen bekannt, ehe man ihre Eigenschaften kannte. Auch in Vulkanen spielt sie eine große Rolle. Wird sogar tropfbarflüssig von Mineralen (Quarz, Topas, Olivin rc.) eingeschlossen. Die Kalkgebirge binden sie in ungeheuren Mengen, was sich hier leicht mit Brausen durch Säure erkennen läßt, und schon Agricola als Kennzeichen anführt. Trotz ihrer Gasform frißt sie die verschiedensten Steine und Erze an, und wirkt zersetzend ein. In den obern Teufen der Gänge spielen daher Carbonate der verschiedensten Art eine Hauptrolle. Denn Kohlensäure treibt bei Gegenwart von Wasser Kieselerde aus, es bilden sich Carbonate von Kalk, Magnesia, Eisen rc. Steigt dagegen die Temperatur über 100° C dann schlägt der Prozeß um, es entstehen Silicate, die im Marmor des Urgebirges so viel angetroffen werden.

2. **Schwefelsäure** $\dddot{S}$ findet sich in größerm Vorrath immer an Kalk gebunden und trägt so zur Bildung von Gyps- und Anhydritgebirgen wesentlich bei. Diese scheint meist aus dem Urmeere zu stammen. Vereinzelt aber sehr verbreitet bindet sie der Schwer- und Strontspath. Außerdem entsteht sie durch Zersetzung der Schwefelmetalle in Bergwerken, als Sublimationsprodukt der Vulkane ꝛc.

3. **Phosphorsäure** $\ddot{\dddot{P}}$, merkwürdig durch ihren Isomorphismus mit $\ddot{\dddot{A}}s$, die man daher auch neben einander aufführen muß, ist in Hinsicht auf Masse den beiden genannten weit untergeordnet. Sie nimmt aber wegen ihrer Rolle, welche sie im thierischen Organismus spielt, unsere Aufmerksamkeit in doppelten Anspruch, und tritt in der Natur gewöhnlich dreibasisch auf.

4. **Salzbilder** Fluor Fl, Chlor Cl, Jod J, Brom Br spielen eine sehr ungleiche Rolle. Das Fluor schon bei vielen Silicaten wichtig, lagert sich im Flußspath in größern Mengen ab, während das Chlor hauptsächlich an Steinsalz gebunden ist.

5. **Borsäure** $\dddot{B}$ bildet zwar nur eine kleine, aber interessante Gruppe. Wie die neuern Chemiker diese Namen ummodelten, haben wir pag. 183 erwähnt.

Von Metallsäuren sind Chromsäure $\dddot{C}r$, Wolframsäure $\dddot{W}$, Molybdänsäure $\dddot{M}o$ insonders wegen der Bleisalze aufzuführen, während ihre Oxyde wohl bei den Oxydischen Erzen die bessere Stelle finden, wenn gleich über Oxyd oder Säure eine richtige chemische Deutung nicht immer möglich ist. Das sind Schwierigkeiten, wovon keine Systematik sich befreien kann. Uebrigens darf man auch hier das Bestreben nicht aufgeben, so viel als möglich das Aehnliche zusammen zu bringen. Dieß gelingt namentlich bei den künstlichen Salzen am wenigsten, denen im Grunde genommen unter den Mineralen ihr Platz nicht versagt werden kann.

Weil es dieser Klasse an Kieselerde fehlt, so sind die dahin gehörigen Minerale im Allgemeinen leicht aufschließbar, das erleichtert die chemische Untersuchung auf nassem Wege außerordentlich.

Kohlensaure salinische Steine.

1. Kalkspath.

Calx (χάλιξ) hieß bei den Lateinern im Allgemeinen Stein, Plinius hist. nat. 36. 53 braucht es dann ausdrücklich für unsern Kalkstein: mirum, aliquid, postquam arserit, accendi aquis (wunderbar, daß etwas, nachdem es gebrannt, durch Wasser angezündet werden kann). Die krystallinischen zählten bei den Bergleuten schlechthin zum S p a t h, Spatum Agricola pag. 701, und es nimmt Wunder, daß wir diesen bei den Alten nicht sicher wieder erkennen. Scheuchzer glaubt, es sei Androdamas (quadrata semperque tessulis similis Plinius hist. nat. 37. 54), Agricola pag. 634 begreift ihn unter Marmor der Erzgänge, welcher von

Natur so glänze, als wäre er polirt. Später hieß er auch wohl Selenites rhomboidalis, und seit Bartholin am Crystallus Islandicus die doppelte Strahlenbrechung erkannte, beschäftigten sich die ausgezeichnetsten Physiker mit der Winkelbestimmung. Seine Figuren haben das Auge der Bergverständigen auf sich gezogen, und obgleich Cronstedt noch 1758 „keine große Hoffnung hegte, daß etwas Wesentliches daraus werde", so hatte doch Bergman 1773 schon den Schlüssel gefunden, welcher Hauy zu seinen bewunderungswürdigen Entdeckungen führte. Dieser begann sein Mineralsystem nicht nur mit dem Chaux carbonatée, sondern setzte daran auch seine ganze Theorie auseinander: ohne Kalkspath würde die Krystallographie vielleicht noch lange verborgen geblieben sein. Carbonate of Lime. Calcit. Ueber die heteromorphen Zustände der Kohlensauren Kalkerde verdanken wir G. Rose (Abh. Berl. Akad. Wissensch. 1856. 1 und 1859. 63) eine Reihe der interessantesten Experimente und Präparate.

Rhomboeder $P = a : a : \infty a : c$ sehr blättrig, und so leicht darstellbar, daß der Spath nur in Parallelepipede von 105° 5' in den Endkanten zerspringt, daraus folgt

$$\text{Seitenaxe } a = 1{,}1705 = \sqrt{1{,}3702} = \lg 0{,}06839.$$

Neigung P gegen Axe c 45° 24'; Endkante P/P gegen c 63° 44', also der stumpfe Winkel des Hauptschnitts 109° 4' (fast Oktaederwinkel), der stumpfe Flächenwinkel 101° 55'. Schon Huygens fand die Rhomboederkante zu 105°, Romé de l'Isle nahm den ebenen Winkel zu 102° 30', Hauy rechnete die Kante zu 104° 28' 40", und die Ebene zu 101° 32' 13", von der Voraussetzung ausgehend, daß P mit der sechsseitigen Säule und Geradendfläche gleiche Winkel mache, sich also unter 45° zur Axe c neige, woraus c : s = 1 : 1 folgt, während dieß Verhältniß 1 : 1,0137 ist, wie Wollaston (Phil. Transact. 1802 pag. 385) bewies. Das Rhomboeder tritt selten selbstständig auf und wenn es vorkommt, sind seine Flächen matt. Man findet es im Maderaner Thal (Uri), bei Neudorf auf dem Unterharz auf Bleiglanzgängen, in 3" großen Krystallen im Silurischen Kalk von Slichow bei Prag. Einen der unerwartetsten Fundorte bilden die Schwedischen Echinosphäriten, Petrefaktenkunde Deutschlands tab. 114 fig. 20, woran alle nach innen gerichteten Strahlen entsprechend dem späthigen Bruche der Tafeln mit dem Hauptrhomboeder endigen. Sehr merkwürdig ist das Gegenrhomboeder $e^{\frac{1}{2}} = a' : a' : \infty a : c$, das rauhflächig bei Andreasberg vorkommt, und neuerlich im Basalttuff am Bölle bei Owen gar zierlich sich zeigte. Der blättrige Bruch durch c gelegt halbirt die Zickzackkanten. Die Verbindung des Haupt- und Gegenrhomboeders gibt ein Dihexaeder von 138° 52' in den Endkanten.

Geradendfläche $a^1 = c : \infty a : \infty a : \infty a$ stumpft die Endecke mit gleichseitigem Dreieck ab, sie hat gewöhnlich ein mattweißes schiefriges Aussehen, ist sogar nicht selten weicher als die übrigen Flächen. Hauy nahm sie für blättrig, und im Schieferspath von Norwegen, schneeweiß und krummblättrig, meint man wirklich einen blättrigen Bruch annehmen

zu sollen, während der zerreibliche Schaumkalk (Karsten's Aphrit) aus dem Zechstein von Gera und Eisleben nichts als in $\dot{C}a\ \ddot{C}$ (Aragonit) verwandelter Gyps ist. Wenn sich die Geradendfläche mit dem Rhomboeder verbindet, wie im Maderaner Thal, so entstehen ausgezeichnete dreigliedrige Oktaeder.

Erste sechsseitige Säule $e^2 = a : a : \infty a : \infty c$ stumpft die Seitenecken des Rhomboeders ab, indem es die 2 Zickzackkanten in 1 und die Endkante in $\frac{1}{2}$ schneidet. Mit Geradendfläche kommt sie ausgezeichnet bei Andreasberg vor, wo die langen Kanonenspath heißen, die papierdünnen mit weißer wie durch Verwitterung erzeugter Farbe, die nicht ganz zur Mitte der Säule vordringt, Schieferspath. Der blättrige Bruch stumpft daran die Endkanten abwechselnd ab. Viel seltener findet man die 2te sechsseitige Säule $d^1 = a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$. Dufrénoy bildet sie von Cumberland mit dem Hauptrhomboeder ab; da sie die Zickzackkanten desselben gerade abstumpft, so entsteht ein ausgezeichnetes dreigliedriges Dodekaid. Der blättrige Bruch stumpft dann die Endecken abwechselnd ab. 6+6kantige Säulen sind selten, doch findet man an den Dreikantnern von Andreasberg und Cumberland hin und wieder $a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : \infty c$, selten die Hauy'sche Fläche $a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{3}a : \infty c$. Sie runden die Seitenkanten der Rhomboeder und Dreikantner oft ganz cylindrisch, und sind daher gewöhnlich keiner scharfen Bestimmung fähig.

Von den Rhomboedern zieht vor allem die sogenannte Hauptreihe das Augenmerk auf sich. Dahin gehört das

erste stumpfere $b^1 = 2a' : 2a' : \infty a$ ($134^0\ 57'$),

welches gewöhnlich in symmetrischen Pentagonen die Enden der ersten seitigen Säule bildet. Man erkennt es sehr leicht an der Lage des Blätterbruchs, welcher in die Diagonalzonen fällt, denen gewöhnlich eine auffallende Streifung entspricht, wodurch die Pentagone bauchig werden. Schon Linné war auf diese Pentagone aufmerksam, denn sie gehören mit zu den verbreitetsten auf Erzgängen, in Spalten des Kalkgebirges, in Achatdrusen von Oberstein, Waldshut am südlichen Schwarzwalde rc. Zu Drusen gruppirt kommen die Rhomboeder selbstständig vor (Neudorf auf dem Unterharz). Bei mittlerer Ausdehnung bilden auch die Säulenflächen symmetrische Pentagone, wir haben dann ein 3 + 3flächiges Pentagondodekaeder.

2tes stumpfere Rhomboeder $a^2 = 4a : 4a : \infty a$ ($156^0\ 2'$)

wird zwar erwähnt, gehört aber zu den Seltenheiten.

1tes schärfere $e^1 = \frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a' : \infty a$ ($78^0\ 51'$)

fällt in die Diagonalzone des blättrigen Bruchs, derselbe muß also seine Endkanten gerade abstumpfen, woran man es leicht erkennt. Man findet es häufig aufgewachsen, besonders in Kalkgebirgen der Jura- und Muschelkalkformation. Am merkwürdigsten sind aber die sogenannten krystallisirten Sandsteine von Bellecroix bei Fontainebleau, Kramp's Sandspath, worin der Kalkspath nur $\frac{1}{3}$, der Quarzsand dagegen $\frac{2}{3}$ beträgt, dennoch kommen die Rhomboeder in größter Regelmäßigkeit vor, auch

verräth der Spiegel in den Kanten das Wesen der Form. Es sind eigentlich Kalkconcretionen in einem Tertiärsande, daher bilden sie große Knollen aus verwachsenen Rhomboedern, worunter sich auch viele Einzelkrystalle, regelmäßig wie Modelle, zeigen. Hauy nannte es Rhomboèdre inverse (Invertirungsrhomboeder), weil es nach seiner Rechnung den stumpfen Flächenwinkel von 104° 28′ 40″ und den stumpfen Seitenkantenwinkel von 101° 32′ 13″ mit den Kanten- und Flächenwinkeln des Hauptrhomboeders vertausche. Auch der Hauptschnitt hat die gleichen Winkel von 108° 26′ 6″, nur fällt jetzt der stumpfe Winkel nicht in die End- sondern in die Seitenecke. In gleicher Verwandtschaft steht das 1ste stumpfere mit dem 2ten schärfern, überhaupt das nte stumpfere mit dem (n+1)ten schärfern. Dieses schöne Verhältniß fällt aber, sobald P gegen c nicht mehr 45° geneigt ist: denn nach Wollaston beträgt die Endkante des Rh. inverse 78° 51′, während der scharfe Flächenwinkel des blättrigen Bruchs 78° 5′ macht, ;so daß eine kleine Differenz bleibt. In unsern Zeiten sind noch mehrere andere Fundorte bekannt geworden, Grünstadt in der Pfalz, Brilon in Westphalen, besonders niedlich bildet sie Brezina (Jahrb. Geol. Reichsanst. XX tab. 6) von Sievring bei Wien ab, wo die kleinen Rhomboeder $\frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a'$ an 60 p.C. Quarzsand einschließen. Ja im Buntensandstein von Ziegelhausen bei Heidelberg lösen sich aus Kugeln Krystalle heraus, die gänzlich frei sind von Kalk; wenn auch nicht scharfkantig, so erweisen sie sich doch als rohe Dreikantner, Jahrb. 1867. 322.

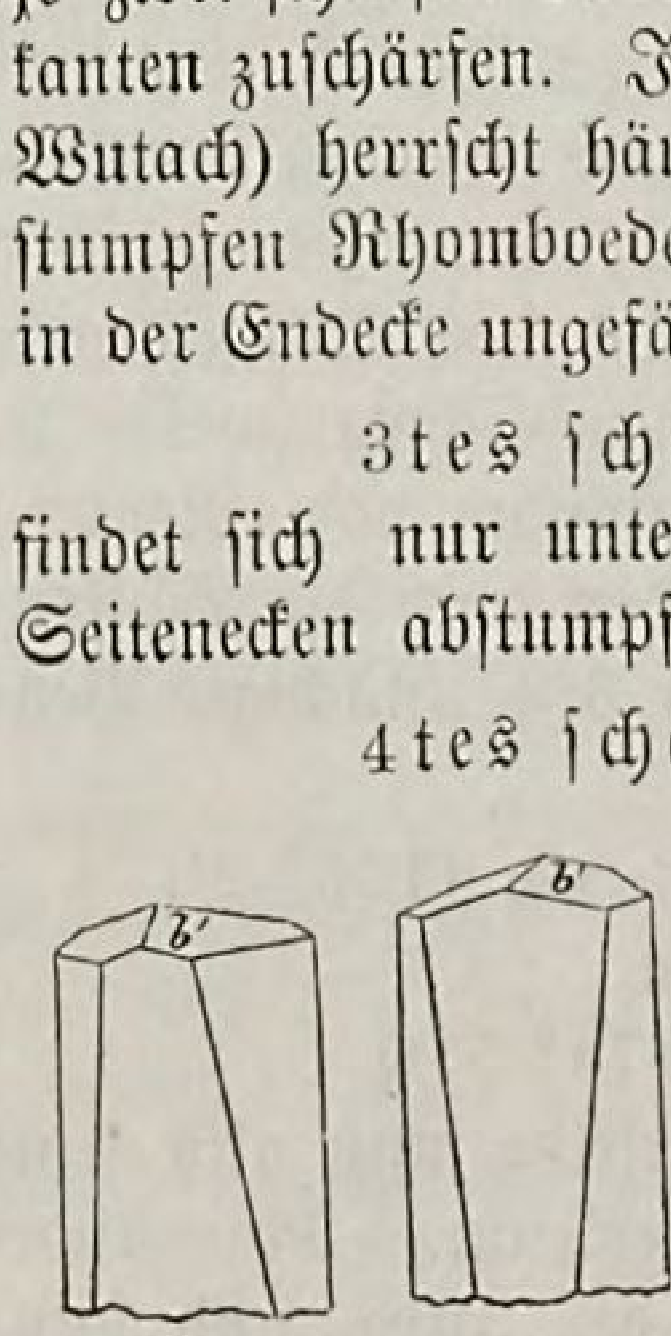
2tes schärfere $e^3 = \frac{1}{4}a : \frac{1}{4}a : \infty a$ (65° 50′)

bindet sich hauptsächlich an den gewöhnlichen Dreikantner d^2, in dessen je zwei scharfen Endkanten es liegt; der Dreikantner muß folglich die Endkanten zuschärfen. In unsern schwäbischen Muschelkalken (besonders an der Wutach) herrscht häufig dieses Rhomboeder vor. Da es mit dem ersten stumpfen Rhomboeder die Winkel vertauscht, so beträgt der ebene Winkel in der Endecke ungefähr einen halben rechten, was das Auge leicht beurtheilt.

3tes schärfere $e^{\frac{5}{3}} = \frac{1}{8}a' : \frac{1}{8}a' : \infty a$ (61° 33′)

findet sich nur untergeoednet meist am ersten schärfern, woran es die Seitenecken abstumpft. Dagegen ist

4tes schärfere $e^{\frac{11}{5}} = \frac{1}{16}a : \frac{1}{16}a : \infty a$ (60° 20′)



dilaté Blaubeuren. contracté Waldshut.

in Verbindung mit dem erstern stumpfern b^1 gar nicht ungewöhnlich in Spalten des schwäbischen Jurakalkes ꝛc. Beim ersten Anblick kann man es für eine Säule halten, allein die Kanten convergiren, obgleich sie vom Winkel der regulären sechsseitigen Säule nur $\frac{1}{4}$° abweichen (119° 40′). Hauy unterschied zwei Rhomboeder dieser Art: ein

contracté $e^{\frac{9}{4}} = \frac{1}{13}a : \frac{1}{13}a : \infty a$ (60° 36′),

weil die Flächen sich unter der Basis des Endpentagons verengen und ein

dilaté $e^{\frac{9}{5}} = \frac{1}{14}a' : \frac{1}{14}a' : \infty a$ (60° 36′),

weil die Flächen sich unter der Basis erweitern. Wenn diese Convergenz oder Divergenz sich immer so deutlich beobachten ließe, als sie gezeichnet wird, so folgte daraus, daß beide Rhomboeder verschiedenen Ordnungen angehören müßten. Hauy konnte die Sache nicht durch Messung bestätigen, sondern er schloß es nur, weil hierauf die einfachsten Ausdrücke $\frac{9}{4}$ und $\frac{9}{5}$ führten. Bei Seitenkantenwinkeln, die sich so nahe liegen, wie 119° 24', 119° 29' und 119° 40', kann auch heute das Reflexionsgoniometer um so weniger entscheiden, als der Glanz der Flächen sich gewöhnlich nicht sonderlich zum Messen eignet. Man könnte daher alle unter dem 4ten schärfern vereinigen, das vermöge seiner Ableitung die Wahrscheinlichkeit für sich hat. Rhomboèdre dilaté $e^{\frac{9}{5}}$ könnte dann das Gegenrhomboeder $e^{\frac{17}{31}} = \frac{1}{16}a' : \frac{1}{16}a' : \infty a$ sein. Zippe ging sogar noch weiter, und unterschied ein $e^{\frac{19}{9}} = \frac{1}{28}a : \frac{1}{28}a : \infty a$ mit 60° 9' in den Endkanten, und folglich 119° 51' in den Seitenkanten.

Von Rhomboedern außer der Hauptreihe führe ich nur noch zwei als wichtig an: Hauy's

mixte $e^{\frac{3}{2}} = \frac{1}{5}a' : \frac{1}{5}a' : \infty a$ (63° 51').

Da es die stumpfen Kanten des gewöhnlichen Dreikantners abstumpft, so findet es sich öfter. Von dem 2ten schärfern $\frac{1}{4}a$ unterscheidet man es leicht durch die Lage des blättrigen Bruchs, der wie die Kanten liegt. Das

cuboide $e^{\frac{4}{5}} = \frac{2}{3}a' : \frac{2}{3}a' : \infty a$ (88° 18' in den Endkanten)

unterscheidet sich daher nur um 1° 42' vom Würfel. Es kommt bei Andreasberg, mit Ichthyophthalm auf den Faröer Inseln 2c. vor. Letztere, Prunerit genannt, könnte man wegen ihrer röthlichen Farbe für Flußspath halten. Von genauer Bestimmung kann aber wegen der bauchigen Flächen kaum die Rede sein.

Dreikantner spielen selbstständig und untergeordnet eine überaus wichtige Rolle. Die Bergleute nannten sie Schweinszähne, daher Natrum hyodon de Lisle Essai 127. Scalenoeder nach den ungleichseitigen Dreiecken (scalène). Am gewöhnlichsten

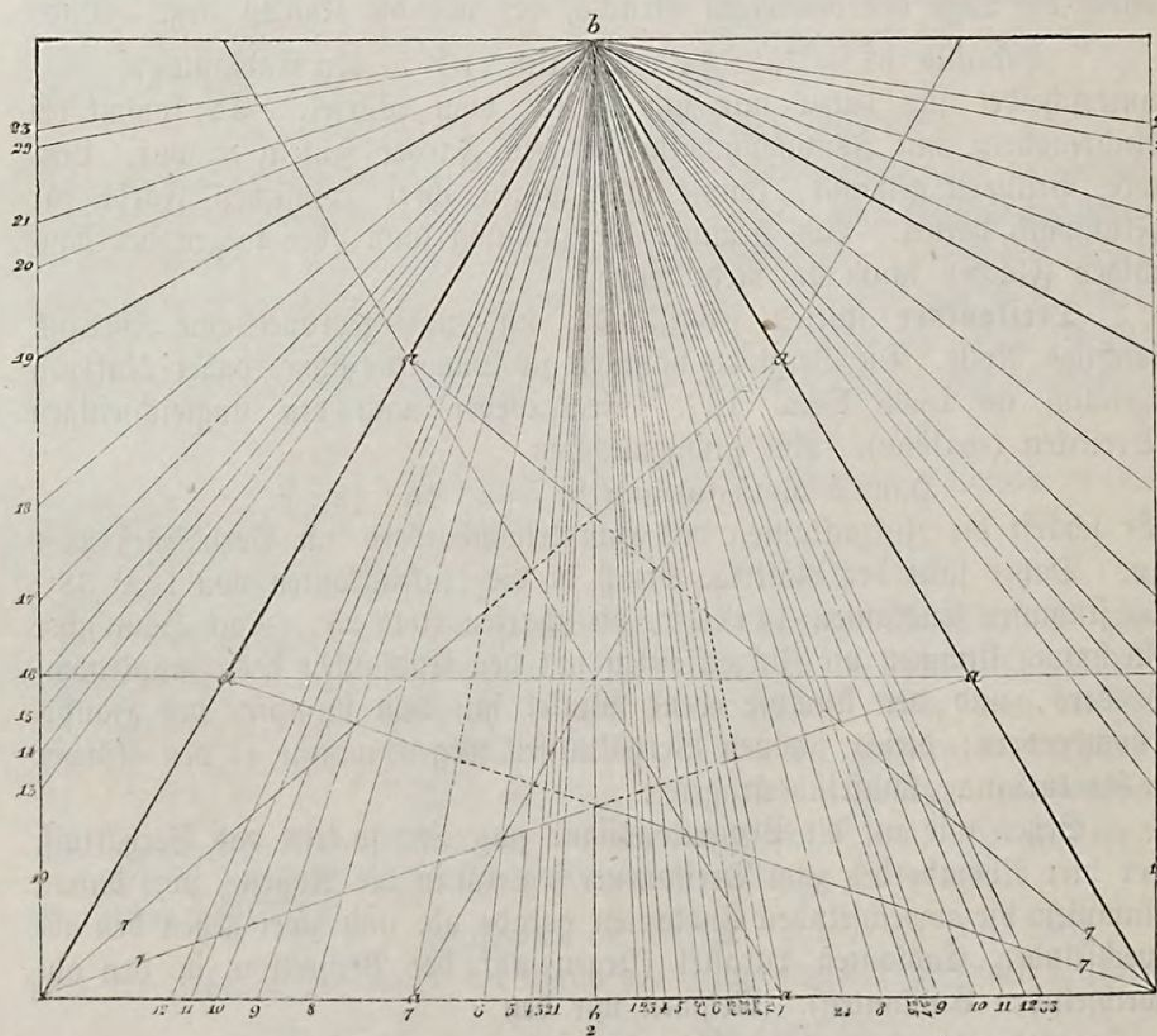
Hauy's métastatique $b^2 = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : c$.

Er schärft die Zickzackkanten des Hauptrhomboeders im Verhältniß 2 : 1 zu. Daher fällt der blättrige Bruch in die Zickzackkanten von 132° 58'; die stumpfen Endkanten 144° 24', die scharfen 104° 38'. Nach Hauy'scher Rechnung stimmen die Zickzackkanten mit den Endkanten des Hauptrhomboeders, und der stumpfe ebene Winkel mit dem stumpfen des Hauptrhomboeders; dieses schönen Verhältnisses wegen nannte er den Körper métastatique „winkelübertragen“.

Sehen wir auf die Projectionsfigur pag. 88, so tritt das Verhältniß der vier Rhomboeder zum Dreikantner sogleich in die Augen: zwei davon stumpfen die abwechselnden Endkanten gerade ab, und zwei gehen den abwechselnden Endkanten parallel (liegen auf der Projection in den abwechselnden Endkanten). Nehmen wir den

Hauptdreikantner $a : \frac{1}{4}b : \frac{1}{3}a : \frac{1}{5}b : \frac{1}{2}a : b$,

so wird die scharfe Endkante in $\frac{1}{4}b$ durch das nächste schärfere Rhomboeder $\frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a' : \infty a$, und die stumpfe in $\frac{1}{5}b$ durch $\frac{2}{5}a : \frac{2}{5}a : \infty a$ gerade abgestumpft, man darf also den Coefficienten von b nur mit 2 multipliciren. Dagegen liegt in den abwechselnden scharfen Endkanten das 2te schärfere $\frac{1}{4}a : \frac{1}{4}a : \infty a$, und in den abwechselnden stumpfen $\frac{1}{5}a' : \frac{1}{5}a' : \infty a$, beider Zeichen entsprechen daher den Coefficienten von b. Da nun ferner in den Seitenkanten das Hauptrhomboeder liegt, von der 2ten sechsseitigen Säule nicht zu sprechen, so haben wir die Reihe $a : a : \infty a$, $\frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a' : \infty a$, $\frac{1}{4}a : \frac{1}{4}a : \infty a$ und außerdem $\frac{1}{5}a' : \frac{1}{5}a' : \infty a$ mit dem zugehörigen stumpferen $\frac{2}{5}a : \frac{2}{5}a : \infty a$. Zippe hat diese Rhomboeder nicht unpassend die verhüllten genannt, und da er 85 verschiedene Dreikantner zusammenbringt, so kann man daraus auf den Reichthum schließen, wenn auch darunter gar manche unsicher sein mögen. Uebrigens kommen die genannten des Hauptdreikantners auch häufig (enthüllt) vor, und je häufiger ein Dreikantner, desto wahrscheinlicher auch seine enthüllten Rhomboeder. Wir wollen nach der Methode von Weiß einmal die wichtigsten Dreikantner aus der Kantenzone des Hauptrhomboeders zusammenstellen. Die Sache ist sehr erleichtert durch die gelehrte Abhandlung des Prof. Zippe (Uebersicht der Krystallgestalten des rhomboedrischen Kalk-Haloides, Denkschr.



Kais. Akad. Wiss. 1850. III), welcher 700 Varietäten mit 42 Rhomboedern, 85 Dreikantnern, 7 Dihexaedern und mehreren Säulen mathematisch bestimmte. Dr. Ferd. Hochstetter hat dann im VI. Bande derselben Denkschriften den ganzen Reichthum von Flächen in einer großen Projectionsfigur zusammengefaßt, die dem Manne vom Fach um so willkommener sein muß, als derartige Arbeiten bei tiefer Sachkenntniß auch technische Fertigkeit verlangen. Noch vollständiger ist der Quadro delle forme Crystalline dell' Argento rosso, del Quarzo e del Calcare von Q. Sella (Accad. Sc. Turino 1856). Uebrigens genügt zum schnellen Verständniß auch eine kleine Figur, wie vorstehendes Stück zeigt, worin nur e i n e Kantenzone etwas vollständiger ausgeführt wurde.

			Weiß			Hauy	Mohs
	$\frac{1}{\infty}a$:	$\frac{b}{3\infty+1}$:	$\frac{1}{2\infty+1}a$:	$\frac{b}{3\infty+2}$:	$\frac{1}{\infty+1}a$:	$b = d^{\frac{\infty+1}{\infty}}$ =	$S_{2\infty+1}$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮ ⋮	⋮
1)	$\frac{1}{7}a$:	$\frac{1}{22}b$:	$\frac{1}{15}a$:	$\frac{1}{23}b$:	$\frac{1}{8}a$:	$b = d^{\frac{8}{7}}$ =	S 15
2)	$\frac{1}{6}a$:	$\frac{1}{19}b$:	$\frac{1}{13}a$:	$\frac{1}{20}b$:	$\frac{1}{7}a$:	$b = d^{\frac{7}{6}}$ =	S 13
3)	$\frac{1}{5}a$:	$\frac{1}{16}b$:	$\frac{1}{11}a$:	$\frac{1}{17}b$:	$\frac{1}{6}a$:	$b = d^{\frac{6}{5}}$ =	S 11
4)	$\frac{1}{4}a$:	$\frac{1}{13}b$:	$\frac{1}{9}a$:	$\frac{1}{14}b$:	$\frac{1}{5}a$:	$b = d^{\frac{5}{4}}$ =	S 9
5)	$\frac{1}{3}a$:	$\frac{1}{10}b$:	$\frac{1}{7}a$:	$\frac{1}{11}b$:	$\frac{1}{4}a$:	$b = d^{\frac{4}{3}}$ =	S 7
6)	$\frac{1}{2}a$:	$\frac{1}{7}b$:	$\frac{1}{5}a$:	$\frac{1}{8}b$:	$\frac{1}{3}a$:	$b = d^{\frac{3}{2}}$ =	S 5
7)	$\frac{1}{1}a$:	$\frac{1}{4}b$:	$\frac{1}{3}a$:	$\frac{1}{5}b$:	$\frac{1}{2}a$:	$b = d^{\frac{2}{1}}$ =	S 3
8)	2a :	$\frac{2}{5}b$:	$\frac{2}{4}a$:	$\frac{2}{7}b$:	$\frac{2}{3}a$:	$b = d^3$ =	S 2
9)	3a :	$\frac{3}{6}b$:	$\frac{3}{5}a$:	$\frac{3}{9}b$:	$\frac{3}{4}a$:	$b = d^4$ =	S $\frac{5}{3}$
10)	4a :	$\frac{4}{7}b$:	$\frac{4}{6}a$:	$\frac{4}{11}b$:	$\frac{4}{5}a$:	$b = d^5$ =	S $\frac{3}{2}$
11)	5a :	$\frac{5}{8}b$:	$\frac{5}{7}a$:	$\frac{5}{13}b$:	$\frac{5}{6}a$:	$b = d^6$ =	S $\frac{7}{5}$
12)	6a :	$\frac{6}{9}b$:	$\frac{6}{8}a$:	$\frac{6}{15}b$:	$\frac{6}{7}a$:	$b = d^7$ =	S $\frac{4}{3}$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
	∞a :	$\frac{\infty b}{\infty+3}$:	$\frac{\infty}{\infty+2}a$:	$\frac{\infty b}{2\infty+3}$:	$\frac{\infty}{\infty+1}a$:	$b = \infty a : a : a$	
13)	9a :	b :	$\frac{9}{8}a$:	$\frac{9b}{15}$:	$\frac{9}{7}a$:	$\frac{9}{6}b = b^8$ =	$\frac{2}{3}S\frac{4}{3}$
14)	8a :	b :	$\frac{8}{7}a$:	$\frac{8b}{13}$:	$\frac{8}{6}a$:	$\frac{8}{5}b = b^7$ =	$\frac{5}{8}S\frac{7}{5}$
15)	7a :	b :	$\frac{7}{6}a$:	$\frac{7b}{11}$:	$\frac{7}{5}a$:	$\frac{7}{4}b = b^6$ =	$\frac{4}{7}S\frac{3}{2}$
16)	6a :	b :	$\frac{6}{5}a$:	$\frac{6b}{9}$:	$\frac{6}{4}a$:	$\frac{6}{3}b = b^5$ =	$\frac{1}{2}S\frac{5}{3}$
17)	5a :	b :	$\frac{5}{4}a$:	$\frac{5b}{7}$:	$\frac{5}{3}a$:	$\frac{5}{2}b = b^4$ =	$\frac{2}{5}S2$
18)	4a :	b :	$\frac{4}{3}a$:	$\frac{4b}{5}$:	$\frac{4}{2}a$:	$\frac{4}{1}b = b^3$ =	$\frac{1}{4}S3$
19)	3a :	b :	$\frac{3}{2}a$:	$\frac{3}{3}b$:	$\frac{3}{1}a$:	$\frac{3b}{0} = b^2$ =	P
20)	4a' :	$\frac{8}{7}b$:	$\frac{8}{5}a'$:	b :	$\frac{8}{3}a'$:	$8b = b^{\frac{5}{3}}$ =	$\frac{1}{8}S'5$
21)	5a' :	$\frac{5}{4}b$:	$\frac{5}{3}a'$:	b :	$\frac{5}{2}a'$:	$5b = b^{\frac{3}{2}}$ =	$\frac{1}{5}S'3$
22)	8a' :	$\frac{16}{11}b$:	$\frac{16}{9}a'$:	b :	$\frac{16}{7}a'$:	$\frac{16}{5}b = b^{\frac{9}{7}}$ =	$\frac{1}{16}S'9$

23)	$9a'$:	$\frac{3}{2}b$:	$\frac{9}{5}a'$:	b :	$\frac{9}{4}a'$:	$3b = b^{\frac{5}{4}}$ =	$\frac{1}{3}S'_{\frac{5}{3}}$
24)	$\frac{3}{2}a$:	$\frac{1}{3}b$:	$\frac{3}{7}a$:	$\frac{1}{4}b$:	$\frac{3}{5}a$:	$b = d^{\frac{5}{2}}$ =	$S_{\frac{7}{3}}$
25)	$\frac{5}{2}a$:	$\frac{5}{11}b$:	$\frac{5}{9}a$:	$\frac{5}{16}b$:	$\frac{5}{7}a$:	$b = d^{\frac{7}{2}}$ =	$S_{\frac{9}{5}}$
26)	$\frac{2}{3}a$:	$\frac{2}{11}b$:	$\frac{1}{4}a$:	$\frac{3}{13}b$:	$\frac{2}{5}a$:	$b = d^{\frac{5}{3}}$ =	$S4$
27)	$\frac{8}{3}a$:	$\frac{8}{17}b$:	$\frac{4}{7}a$:	$\frac{8}{25}b$:	$\frac{8}{11}a$:	$b = d^{\frac{11}{3}}$ =	$S_{\frac{7}{4}}$
28)	$\frac{3}{4}a$:	$\frac{1}{5}b$:	$\frac{5}{11}a$:	$\frac{1}{6}b$:	$\frac{3}{7}a$:	$b = d^{\frac{7}{4}}$ =	$S_{\frac{11}{3}}$
29)	$\frac{3}{5}a$:	$\frac{1}{6}b$:	$\frac{3}{13}a$:	$\frac{1}{7}b$:	$\frac{3}{8}a$:	$b = d^{\frac{8}{5}}$ =	$S_{\frac{13}{5}}$
30)	$\frac{3}{7}a$:	$\frac{1}{8}b$:	$\frac{3}{17}a$:	$\frac{1}{9}b$:	$\frac{3}{10}a$:	$b = d^{\frac{10}{7}}$ =	$S_{\frac{17}{3}}$
31)	$\frac{8}{9}a$:	$\frac{8}{35}b$:	$\frac{4}{13}a$:	$\frac{8}{43}b$:	$\frac{8}{17}a$:	$b = d^{\frac{17}{9}}$ =	$S_{\frac{13}{4}}$
32)	$\frac{2}{11}a$:	$\frac{2}{35}b$:	$\frac{1}{12}a$:	$\frac{2}{37}b$:	$\frac{2}{13}a$:	$b = d^{\frac{13}{11}}$ =	$S12$
33)	$\frac{15}{2}a$:	$\frac{5}{7}b$:	$\frac{15}{19}a$:	$\frac{5}{12}b$:	$\frac{15}{17}a$:	$b = d^{\frac{17}{2}}$ =	$S_{\frac{19}{15}}$
34)	$\frac{10}{3}a$:	b :	$\frac{10}{7}a$:	$\frac{10}{11}b$:	$\frac{5}{2}a$:	$10b = b^{\frac{7}{3}}$ =	$\frac{1}{10}S7.$

Die Zeichen haben folgende Bedeutung: Alles, was in der Projectionsfigur zwischen die 2te Säulenfläche bb und das Hauptrhomboeder aa (erste Abtheilung) fällt, schärft die Seitenkanten des Hauptrhomboeders zu. Nächst der Säule liegen die Linien $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{4}$ (Nro. 1—4) sehr gedrängt, ihre zugehörigen Flächen können daher leicht miteinander verwechselt werden; von $\frac{1}{3}$ bis 4 (Nro. 5 bis 10) bleibt dagegen größerer Zwischenraum, die Kantenwinkel weichen folglich bedeutender von einander ab. Auf diesen Flächen ruht also das Hauptinteresse für den Beobachter in der Natur. Weiter hinaus drängen sie sich wieder mehr zusammen, und werden folglich verwechselbarer. Die Projection aller dieser Flächen Nro. 1 bis Nro. 12 geht aber höchst leicht von Statten, indem man nur das vorderste und letzte Glied, welches in allen b ist, ins Auge faßt, und dann auf der von b entferntesten Axe die a der Reihe nach aufträgt. Da durch zwei Punkte der Ausdruck der ganzen Linie gegeben ist, so müssen die gewonnenen Sectionslinien die Axen gemäß der Formel schneiden. So entstehen nun in höchst eleganter Weise die Brüche der Primzahlen. Der Dreikantner Nro. 7 hat 1, 2, 3 und 5, jede darüberstehende Nummer gibt eine Primzahl weiter; Nro. 6 gibt 7, Nro. 5 gibt 11, Nro. 4 gibt 13 2c.: so daß also die Länge der Linien sich von selbst findet. Gehen wir über die Rhomboederflächen aa hinaus zur

zweiten Abtheilung, so liegen zwischen ihm und dem Dihexaeder Nro. 19 die Flächen von Nro. 13 bis Nro. 18 gleichfalls im schönsten Gesetz: gehen wir wieder von b aus, so müssen nun entweder in der verlängerten Axe a links neben b die vordersten Glieder 9a—3a abgetragen werden, woraus sich dann auf a rechts die Stücke ergeben; oder da wir bereits alle Zahlen in der Figur haben, die Stücke $\frac{9}{8}$a bis $\frac{3}{2}$a auf a rechts von b auftragen. Die

dritte Abtheilung zwischen Dihexaeder und nächstem stumpferen

Rhomboeder Nro. 20 — Nro. 23 zählt nur wenige, und alle gehören der 2ten Ordnung an, denn sie legen ihre stumpfen Endkanten wie die scharfen der ersten Ordnung. Die Zahlenreihe schließt sich unmittelbar an die des Dihexaeders an, denn setzt man $\frac{3}{2}$a = $\frac{6}{4}$a, so folgt Nro. 20 mit $\frac{8}{5}$a′, Nro. 21 mit $\frac{10}{6}$a′, ... $\frac{12}{7}$, $\frac{14}{8}$ .... Nro. 22 mit $\frac{16}{9}$a′, Nro. 23 mit $\frac{18}{10}$a′, aber zuletzt drängen sich die Glieder außerordentlich.

Während nun Nro. 1 — Nro. 23 offenbar der einfachsten Zahlenentwickelung angehören, bilden Nro. 24 — Nro. 34 noch mehrfache Zwischenglieder. Ich habe einige davon rechts hingetragen: $\frac{3}{2}$a Nro. 24 und $\frac{5}{2}$a Nro. 25 bilden mit $\frac{1}{2}$a Nro. 6, $\frac{2}{2}$a Nro. 7 und $\frac{4}{2}$a Nro. 8 eine Reihe, und sie fallen gerade in größere Zwischenräume. Viel schlechter fügen sich schon die Drittel, so liegt z. B. $\frac{8}{3}$a Nro. 27 der $\frac{5}{2}$a Nro. 25 so nahe, daß man sie kaum nebeneinander zeichnen kann: hier begeht man keinen wesentlichen Fehler, wenn man das eine für das andere setzt. Auch lassen sich diese Fälle nicht durch Beobachtung, sondern nur durch solche allgemeine Erwägung zur wahrscheinlichen Entscheidung bringen.

Haben wir auf diese Weise die Dreikantner festgestellt, so wollen wir zur tiefern Einsicht die zugehörigen Rhomboeder neben einander stellen, der Kürze wegen aber nur eine Axe aufführen, welche zur Bezeichnung vollkommen genügt:

Dreikantner					bestimmt 4 Rhomboeder			
Nro. 1.	$\frac{1}{7}$a :	$\frac{1}{15}$a :	$\frac{1}{8}$a	—	$\frac{1}{22}$a,	$\frac{1}{23}$a′;	$\frac{1}{11}$a′,	$\frac{2}{23}$a.
Nro. 2.	$\frac{1}{6}$a :	$\frac{1}{13}$a :	$\frac{1}{7}$a	—	$\frac{1}{19}$a,	$\frac{1}{20}$a′;	$\frac{2}{19}$a′,	$\frac{1}{10}$a.
Nro. 3.	$\frac{1}{5}$a :	$\frac{1}{11}$a :	$\frac{1}{6}$a	—	$\frac{1}{16}$a,	$\frac{1}{17}$a,;	$\frac{1}{8}$a′,	$\frac{2}{17}$a.
Nro. 4.	$\frac{1}{4}$a :	$\frac{1}{9}$a :	$\frac{1}{5}$a	—	$\frac{1}{13}$a,	$\frac{1}{14}$a′;	$\frac{2}{13}$a′,	$\frac{1}{7}$a.
Nro. 5.	$\frac{1}{3}$a :	$\frac{1}{7}$a :	$\frac{1}{4}$a	—	$\frac{1}{10}$a,	$\frac{1}{11}$a′;	$\frac{1}{5}$a′,	$\frac{2}{11}$a.
Nro. 6.	$\frac{1}{2}$a :	$\frac{1}{5}$a :	$\frac{1}{3}$a	—	$\frac{1}{7}$a,	$\frac{1}{8}$a′;	$\frac{2}{7}$a′,	$\frac{1}{4}$a.
Nro. 7.	a :	$\frac{1}{3}$a :	$\frac{1}{2}$a	—	$\frac{1}{4}$a,	$\frac{1}{5}$a′;	$\frac{1}{2}$a′,	$\frac{2}{5}$a.
Nro. 8.	2a :	$\frac{1}{2}$a :	$\frac{2}{3}$a	—	$\frac{2}{5}$a,	$\frac{2}{7}$a′;	$\frac{4}{5}$a′,	$\frac{4}{7}$a.
Nro. 9.	3a :	$\frac{3}{5}$a :	$\frac{3}{4}$a	—	$\frac{1}{2}$a,	$\frac{1}{3}$a′;	a′,	$\frac{2}{3}$a.
Nro. 10.	4a :	$\frac{2}{3}$a :	$\frac{4}{5}$a	—	$\frac{4}{7}$a,	$\frac{4}{11}$a′;	$\frac{8}{7}$a′,	$\frac{8}{11}$a.
Nro. 11.	5a :	$\frac{5}{7}$a :	$\frac{5}{6}$a	—	$\frac{5}{8}$a,	$\frac{5}{13}$a′;	$\frac{5}{4}$a′,	$\frac{10}{13}$a.
Nro. 12.	6a :	$\frac{3}{4}$a :	$\frac{6}{7}$a	—	$\frac{2}{3}$a,	$\frac{3}{5}$a′;	$\frac{4}{3}$a′,	$\frac{5}{6}$a.
Nro. 13.	9a :	$\frac{9}{8}$a :	$\frac{9}{7}$a	—	$\frac{3}{2}$a,	$\frac{3}{5}$a′;	3a′,	$\frac{6}{5}$a.
Nro. 14.	8a :	$\frac{8}{7}$a :	$\frac{8}{6}$a	—	$\frac{8}{5}$a,	$\frac{8}{13}$a′;	$\frac{16}{5}$a′,	$\frac{16}{13}$a.
Nro. 15.	7a :	$\frac{7}{6}$a :	$\frac{7}{5}$a	—	$\frac{7}{4}$a,	$\frac{7}{11}$a′;	$\frac{7}{2}$a′,	$\frac{14}{11}$a.
Nro. 16.	6a :	$\frac{6}{5}$a :	$\frac{6}{4}$a	—	2a,	$\frac{2}{3}$a′;	4a′,	$\frac{4}{3}$a.
Nro. 17.	5a :	$\frac{5}{4}$a :	$\frac{5}{3}$a	—	$\frac{5}{2}$a,	$\frac{5}{7}$a′;	5a′,	$\frac{10}{7}$a.
Nro. 18.	4a :	$\frac{4}{3}$a :	2a	—	4a,	$\frac{4}{5}$a′;	8a′,	$\frac{8}{5}$a.
Nro. 19.	3a :	$\frac{3}{2}$a :	3a	—	∞a,	a′;	∞a′,	2a.
Nro. 20.	4a′ :	$\frac{8}{5}$a′ :	$\frac{8}{3}$a′	—	8a′,	$\frac{8}{7}$a′;	16a,	$\frac{16}{7}$a.
Nro. 21.	5a′ :	$\frac{5}{3}$a′ :	$\frac{5}{2}$a′	—	5a′,	$\frac{5}{4}$a′;	10a,	$\frac{5}{2}$a.
Nro. 22.	8a′ :	$\frac{16}{9}$a′ :	$\frac{16}{7}$a′	—	$\frac{16}{5}$a′,	$\frac{16}{11}$a′;	$\frac{32}{5}$a,	$\frac{32}{11}$a.
Nro. 23.	9a′ :	$\frac{9}{5}$a′ :	$\frac{9}{4}$a′	—	3a′,	$\frac{3}{2}$a′;	6a,	3a.

Stellen wir einige dieser Rhomboeder zusammen, so fällt gleich die Hauptreihe $\frac{1}{16}a$, $\frac{1}{8}a'$, $\frac{1}{4}a$, $\frac{1}{2}a'$, a, $2a'$, $4a$, $8a'$, $16a$ in die Augen. Zu gleicher Zeit finden sich auch die Gegenrhomboeder $\frac{1}{2}a$, a', $2a$, $4a'$, vor. Eine zweite Reihe bilden $\frac{1}{20}a'$, $\frac{1}{10}a$, $\frac{1}{5}a'$, $\frac{2}{5}a$, $\frac{4}{5}a'$, $\frac{8}{5}a$, $\frac{16}{5}a'$, $\frac{32}{5}a$, die schon beim Hauptdreikantner Nro. 7 durch $\frac{1}{5}a'$ eingeleitet ist. Dann folgt an Wichtigkeit die Reihe $\frac{1}{14}a'$, $\frac{1}{7}a$, $\frac{2}{7}a'$ $\frac{4}{7}a$, $\frac{8}{7}a'$, $\frac{16}{7}a$, durch die Dreikantner Nro. 6 und Nro. 8 eingesetzt. Die kleine Reihe $\frac{1}{3}a'$, $\frac{2}{3}a$, $\frac{4}{3}a'$ mit den Gegenrhomboedern $\frac{2}{3}a'$ und $\frac{4}{3}a$ führt uns zu dem würfelartigen Rhomboeder. Anderer nicht zu gedenken.

Von nächster Wichtigkeit zeigt sich die **Diagonalzone des Hauptrhomboeders**, d. i. die Kantenzone $\frac{1}{2}b$ des nächsten schärfern ($\frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a'$). Da dasselbe gestrichelt ist, so müssen die Dreikantner 1ster und 2ter Abtheilung auch gestrichelt sein. Es gehören dahin

	Weiß	Hauy	Mohs
35)	$\frac{1}{3}a' : \frac{b}{11} : \frac{1}{8}a' : \frac{b}{13} : \frac{1}{5}a' : \frac{b}{2}$	$= e_{\frac{1}{4}}$	$= 2\,S'\,4.$
36)	$\frac{1}{2}a' : \frac{b}{8} : \frac{1}{6}a' : \frac{b}{10} : \frac{1}{4}a' : \frac{b}{2}$	$= e_{\frac{1}{3}}$	$= 2\,S'\,3.$
37)	$a' : \frac{b}{5} : \frac{1}{4}a' : \frac{b}{7} : \frac{1}{3}a' : \frac{b}{2}$	$= e_{\frac{1}{2}}$	$= 2\,S'\,2.$
38)	$2a' : \frac{2b}{7} : \frac{1}{3}a' : \frac{2b}{11} : \frac{2}{5}a' : \frac{b}{2}$	$= e_{\frac{2}{3}}$	$= 2\,S'\,\frac{3}{2}.$

Weitere Glieder der Reihe nicht bekannt. Mit Nro. 5 bis Nro. 7 verglichen gibt die Reihe im mittlern a gerade diejenigen Coefficienten $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{4}$, welche zwischen $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{5}$ liegen. Einige Zwischenglieder

39)	$\frac{2}{3}a' : \frac{2b}{13} : \frac{1}{5}a' : \frac{2b}{17} : \frac{2}{7}a' : \frac{b}{2}$	$= e^{\frac{2}{5}}$	$= 2\,S'\,\frac{5}{2}.$
40)	$\frac{3}{2}a' : \frac{b}{4} : \frac{3}{10}a' : \frac{b}{6} : \frac{3}{8}a' : \frac{b}{2}$	$= e^{\frac{3}{5}}$	$= 2\,S'\,\frac{5}{3}.$

fügen sich gut.

Aus der Endkantenzone sind etwa bekannt:

	Weiß	Hauy	Mohs
41)	$9a' : \frac{b}{2} : \frac{9}{17}a' : \frac{9b}{33} : \frac{9}{16}a' : \frac{3b}{5}$	$= e_{\frac{9}{8}}$	$= \frac{5}{3}\,S'\,\frac{17}{15}.$
42)	$5a' : \frac{b}{2} : \frac{5}{9}a' : \frac{5b}{17} : \frac{5}{8}a' : \frac{5b}{7}$	$= e_{\frac{5}{4}}$	$= \frac{7}{3}\,S'\,\frac{9}{7}.$
43)	$4a' : \frac{b}{2} : \frac{4}{7}a' : \frac{4b}{13} : \frac{4}{6}a' : \frac{4b}{5}$	$= e_{\frac{4}{3}}$	$= \frac{5}{4}\,S'\,\frac{7}{5}.$
44)	$3a' : \frac{b}{2} : \frac{3}{5}a' : \frac{b}{3} : \frac{3}{4}a' : b$	$= e_{\frac{3}{2}}$	$= S'\,\frac{5}{3}.$
45)	$2a' : \frac{b}{2} : \frac{2}{3}a' : \frac{2b}{5} : a' : 2b$	$= e_{2}$	$= \frac{1}{2}\,S'\,3.$

Projicirt man diese Körper wieder, so kann man leicht das Wahrscheinlichere vom Unwahrscheinlichern unterscheiden. Eine der schönsten Lagen hat Nro. 45, sie führt uns zum Wendepunkte, zum Dihexaeder

46) $\frac{3}{2}a : \frac{b}{2} : \frac{3}{4}a : \frac{b}{2} : \frac{3}{2}a : \infty b$,

das Lévy angibt. Zwischen Dihexaeder und Rhomboeder beginnt die 3te Abtheilung, wieder mit ungestrichelten a, weil sie ihre scharfen Endkanten wie die Endkanten des Hauptrhomboeders legen.

47) $2a : \frac{4b}{7} : \frac{4}{5}a : \frac{b}{2} : \frac{4}{3}a : 4b = e_4 = \frac{1}{4}$ S 5.

48) $\frac{5}{2}a : \frac{5b}{8} : \frac{5}{6}a : \frac{b}{2} : \frac{5}{4}a : \frac{5b}{2} = e_5 = \frac{2}{5}$ S 3.

Man erkennt darin gleich wieder das Reihengesetz $\frac{3}{4}a$, $\frac{4}{5}a$, $\frac{5}{6}a$ 2c.

Die Kantenzone des nächsten stumpfern Rhomboeders 2b hat ebenfalls eine Reihe aufzuweisen:

49) $\frac{1}{3}a' : \frac{2b}{19} : \frac{2}{13}a' : \frac{b}{10} : \frac{2}{7}a' : 2b = d^1 d^{\frac{1}{7}} b^{\frac{1}{6}} = \frac{1}{2}$ S′ 13.

50) $\frac{1}{2}a' : \frac{2b}{13} : \frac{2}{9}a' : \frac{b}{7} : \frac{2}{5}a' : 2b = d^1 d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2}$ S′ 9.

51) $a' : \frac{2b}{7} : \frac{2}{5}a' : \frac{b}{4} : \frac{2}{3}a' : 2b = d^1 d^{\frac{1}{3}} b^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}$ S′ 5.

45) $2a' : \frac{b}{2} : \frac{2}{3}a' : \frac{2b}{5} : a' : 2b = e_2 = \frac{1}{2}$ S′ 3.

52) $3a' : \frac{2b}{3} : \frac{6}{7}a' : \frac{b}{2} : \frac{6}{5}a' : 2b = e_6 = \frac{1}{2}$ S′ $\frac{7}{3}$.

Dabei ereignet es sich zuweilen, daß Dreikantner der einen Reihe auch zu denen einer andern Reihe gehören, so liegt Nro. 45 sowohl in der Kantenzone des stumpfern 2b, als in der Kantenzone des nächsten schärfern $\frac{1}{2}$b.

Auffallender Weise stellen sich darunter auch Gegendreikantner ein; so ist Nro. 44 der Gegendreikantner von Nro. 9, denn beider Zeichen unterscheidet sich nur durch die Striche. Unter andern merkwürdigen Gegendreikantnern erwähne ich nur:

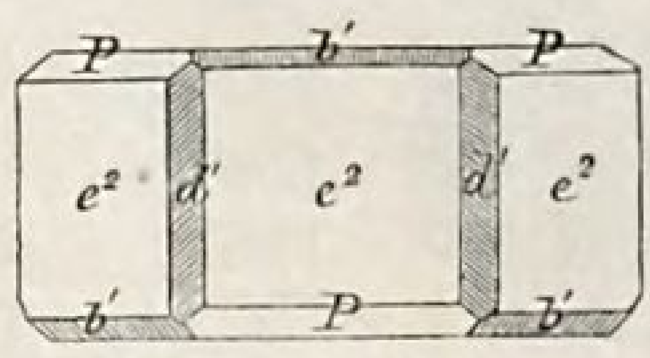
53) $a' : \frac{b}{4} : \frac{1}{3}a' : \frac{b}{5} : \frac{1}{2}a' : b = d^{\frac{1}{2}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{4}} =$ S′ 3,

dieser entspricht dem Hauptdreikantner Nro. 7, der Nro. 6 dagegen

54) $\frac{1}{2}a' : \frac{b}{7} : \frac{1}{5}a' : \frac{b}{8} : \frac{1}{3}a' : b$. Ebenso haben Nro. 24, Nro. 29, Nro. 36 2c. ihren Gegendreikantner.

Hat man auf diese Weise eine Uebersicht der Dreikantner gewonnen, so ist es nicht uninteressant, sich alle diejenigen herauszusuchen, welche parallele Sectionslinien auf der Projectionsfigur bekommen. Nehmen wir die Sectionslinien des Dreikantners Nro. 7 $= a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$ und des Gegendreikantners Nro. 53 $= a' : \frac{1}{3}a' : \frac{1}{2}a'$, so gehen diesen Sectionslinien die von Nro. 45 $= \frac{1}{2}c : a' : \frac{1}{3}a' : \frac{1}{2}a'$, Nro. 18 $= \frac{1}{4}c : a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$, Nro. 36 $= 2c : a' : \frac{1}{3}a' : \frac{1}{2}a'$, $4c : a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$ parallel, so daß bei gleicher Basis die Axe c in der Progression $\frac{1}{4}c$, $\frac{1}{2}c$, c, 2c, 4c geschnitten wird.

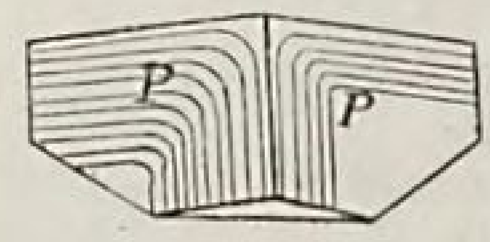
Was endlich das Vorkommen in der Natur betrifft, so ist ein scharfes Erkennen ohne Winkelmessung häufig nicht möglich, und gerade die complicirtesten und lehrreichsten Krystalle entziehen sich nicht selten auch den scharfen Winkelmessungen, doch kann man mit einem Handgoniometer sich leicht im Großen orientiren. Das soll an einzelnen Beispielen klar gemacht werden.



1. Reguläre 1ste sechsseitige Säule e^2 von Andreasberg. Sie herrscht durchaus vor, zeichnet sich durch Glanz und geringe Querstreifung aus. Der blättrige Bruch P stumpft die abwechselnden Endkanten ab, und erzeugt eine

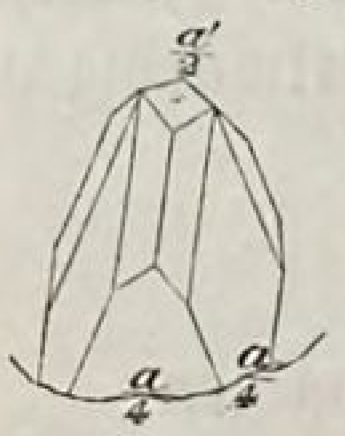
markirte Streifung auf dem nächsten stumpfern Rhomboeder b^1, die senkrecht gegen die Endkante der Säule steht, und eine schiefe Streifung auf der 2ten Säule d^1, die dem Durchschnitt der Säule mit dem Blätterbruch entspricht, folglich auf den abwechselnden Flächen d^1 sich abwechselnd neigt.

2. Hauptrhomboeder vom Maderaner Thal. An einem Ende



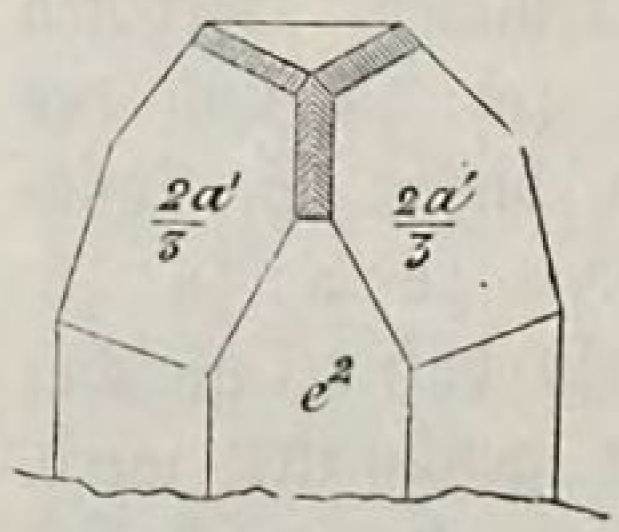
(Unterende) herrscht die Geradendfläche vor, und diese hat an kleinen Krystallen eine Querstreifung, was Andeutung eines vierten Blätterbruchs zu sein scheint, der die Endecke gerade abstumpft. Sonst ist die Oberfläche des Rhomboeders matt, und wegen der zarten Streifung mit dem Fingernagel ritzbar. Bei größern Krystallen bemerkt man eine sehr regelmäßige Bogenstreifung, die Seitenarme der Bogen gehen der Rhomboederkante parallel, in der Mitte längs der schiefen Diagonale gewahrt man eine breite Einknickung: der erste Anfang einer Dreikantnerbildung, der aber der Hauptrhomboederfläche möglichst nahe liegt, also über unseren stumpfsten Nro. 13 = 9a : $\frac{9}{8}$a noch hinaus geht. Es kommen auch sehr complicirte Formen vor, woran aber meist die Geradendfläche einer Seite sich auszeichnet.

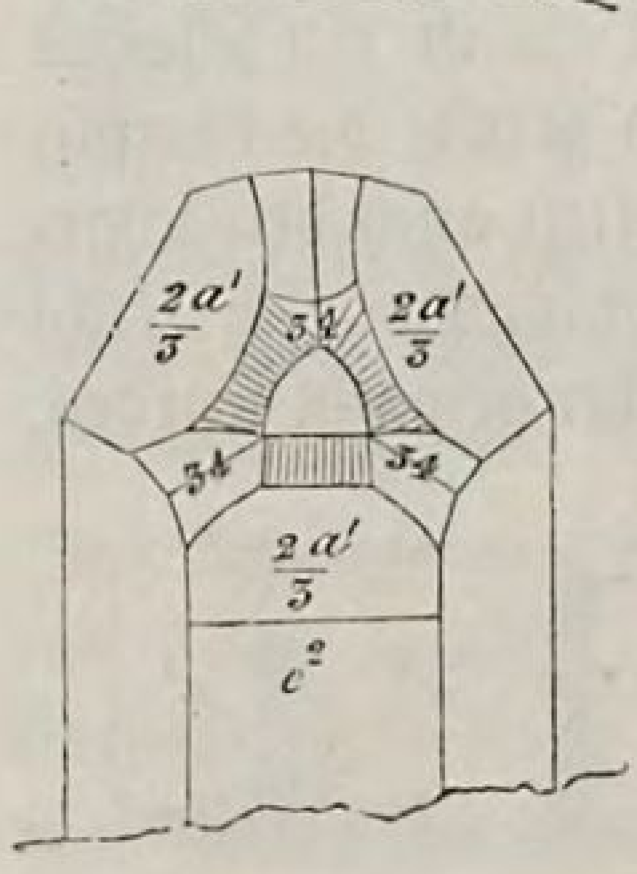
3. Im Muschelkalke findet man gar häufig das zweite



schärfere Rhomboeder $\frac{1}{4}$a, dessen scharfe Endkanten der Hauptdreikantner a : $\frac{1}{4}$a zuschärft. An der Endspitze fehlt gewöhnlich das nächste stumpfere Rhomboeder 2a' nicht. Dehnt sich der Dreikantner aus, so wird er nicht selten bauchig, es treten zwar noch allerlei Abstumpfungen hinzu, im Ganzen bleibt sich aber der Typus sehr gleich, und da er im Kalkgebirge der verschiedensten Formationen sich häufig findet, so verdient er hervorgehoben zu werden.

4. Die Andreasberger bilden eine große Familie. Schon oben bei

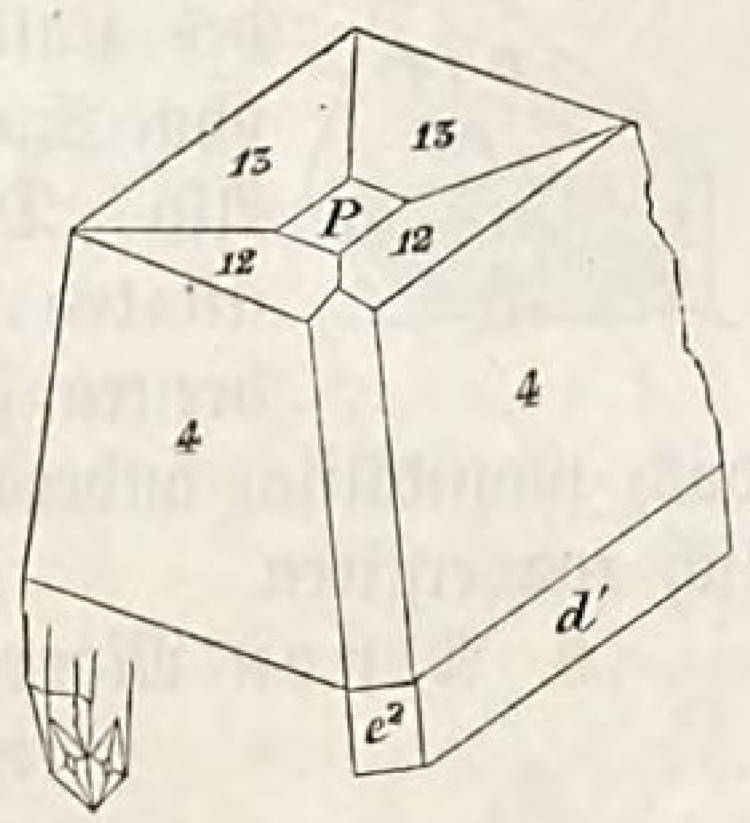




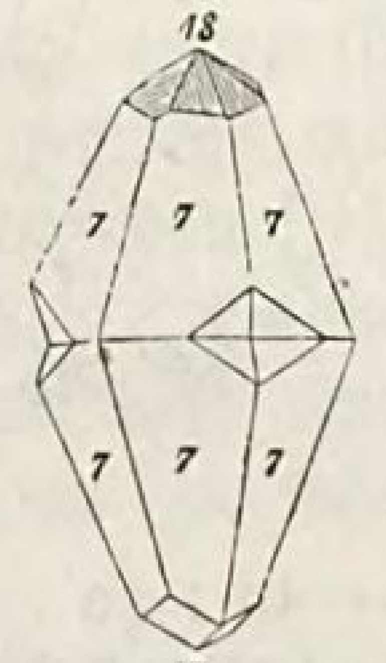
der sechsseitigen Säule (1) ist sie angedeutet. Hier haben wir auf der zum Theil langen 1sten Säule das würfelartige Rhomboeder $\frac{2}{3}$a' vorherrschend, aber mit matter drusiger Fläche. Es kann daher kaum genau gemessen werden. Die Endkante erscheint gerade abgestumpft durch eine federartig gestreifte Fläche, was auf einen Dreikantner hinweist. Wenn die Fläche gerade abstumpfte, so müßte sie einem Rhomboeder $\frac{4}{3}$a : $\frac{4}{3}$a : ∞a : c angehören, doch ist sie so eng mit dem Blätterbruch verbunden, daß man sie häufig anzweifelt. Sie setzt offenbar den Dreikantner ein, der bei jenen großen mit Rauschroth übertünchten Krystallen deutlich hervortritt. Hier macht das matte Rhomboeder $\frac{2}{3}$a' mit dem Blätterbruch 80°, das nächste stumpfere läßt sich darüber leicht an der starken diagonalen Streifung erkennen. In der Diagonalzone des letzteren

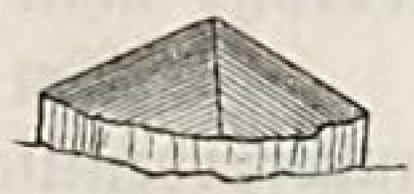
liegt ein Dreikantner, der sich aber im weitern Verlaufe ganz abrundet. Zippe bestimmt ihn $\frac{10}{3}a : \frac{10}{7}a : \frac{5}{2}a$ (Nro. 34). Gerade die Menge ganz flacher Dreikantner aus der Endkantenzone des Hauptrhomboeders sind für die Erzgänge von Bedeutung. –

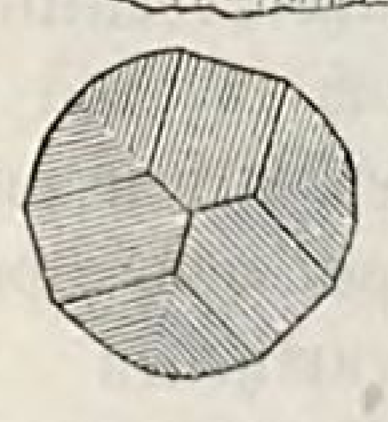
5. Hauy's Quintidodécaèdre von Andreasberg ist zwar außerordentlich verzogen, allein man orientirt sich leicht an der Endecke, die dem Hauptrhomboeder gleicht, nur daß sich ein Dreikantner (13) flach aus der Ebene des Blätterbruchs P erhebt. Derselbe hat in der scharfen Endkante ungefähr 116°, was etwa auf ein Zeichen $11a : \frac{11}{10}a : \frac{11}{9}a$ hindeuten würde. Darunter in der Seitenkante erhebt sich ein zweiter (12) nur wenig steiler, als ersterer, Hauy nannte ihn $d^5 = 4a : \frac{2}{3}a$, allein dem Augenmaß nach muß er der Rhomboederfläche viel näher liegen, etwa $8a : \frac{8}{7}a : \frac{8}{6}a$ (Nro. 14) haben. Beide Dreikantner bilden öfter ein ganz flaches Pyramidenrhomboeder, die Pyramidenspitze durch das Rhomboeder P abgestumpft, wodurch die Zonen scharf in die Augen treten. Darunter herrscht gewöhnlich ein Dreikantner $d^{\frac{5}{4}} = \frac{1}{4}a : \frac{1}{9}a$ Nro. 4, der der Kante des blättrigen Bruches parallel geht. Der Winkel der scharfen Endkante beträgt etwa 114°, daraus folgt, daß er innerhalb des Dreikantners Nro. 7 liegt, dessen scharfe Endkante reichlich 104° macht. Dem Winkel zufolge könnte es auch Nro. 3 oder eine dem Mittelpunkte noch näher stehende sein. Die untergeordneten Abstumpfungen beider Säulen und des Rhomboeders, worunter auch das würfelartige nicht fehlt, übergehen wir.



6. In Derbyshire erscheint der Fußgroße Dreikantner Nro. 7 = $a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$ scharf meßbar. Uebergehen wir die kleinen Abstumpfungen der Seitenecken, und lenken die Aufmerksamkeit auf die Endecken, so kann man durch Wegsprengen des Blätterbruchs sich bald überzeugen, daß der Dreikantner der Kantenzone desselben angehört (Unterende), denn der Blätterbruch bildet mit den Dreikantnerflächen Rhomben. Am Ende findet sich der matte Dreikantner $b^3 = 4a : \frac{4}{3}a$ (Nro. 18) mit etwa 138° in den scharfen Endkanten, vierfach stumpfer ($\frac{1}{4}c : a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$) als der Hauptdreikantner. Bei andern noch mattern Flächen wird der scharfe Endkantenwinkel sogar 145°, was etwa auf $\frac{10}{3}a : \frac{10}{7}a : \frac{5}{2}a$ schließen ließe. Gewöhnlich Zwillinge.

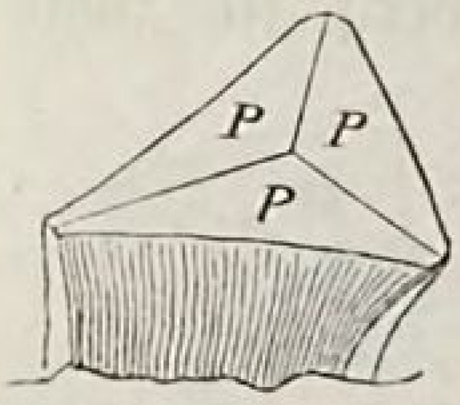






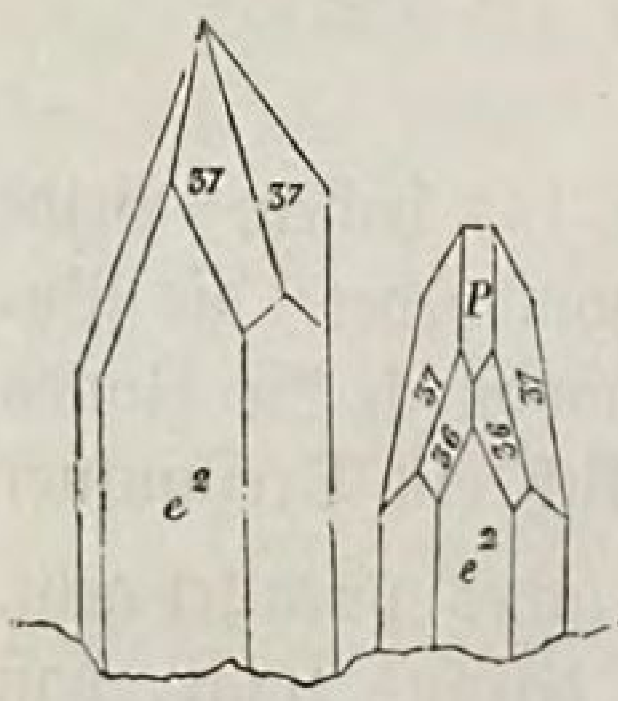
7. Im Teufelsgrunde des Münsterthals bei Staufen herrscht das Hauptrhomboeder mit dem nächsten stumpferen vor, allein die Krystalle sind durch Dreikantner aus der Endkantenzone nicht selten ganz linsenförmig zugerundet, was die Krystalle der Erzgänge so bezeichnet.

Auch der gewöhnliche Dreikantner mit dem Rhomboeder am Ende kommt vor. Man findet auf letzterem aber immer Andeutungen von Dreikantnern, die sich dem Blätterbruch möglichst nahe anlegen. Die Säulen machen die Ränder oft ganz cylindrisch, wie bei Neudorf auf dem Unterharze.

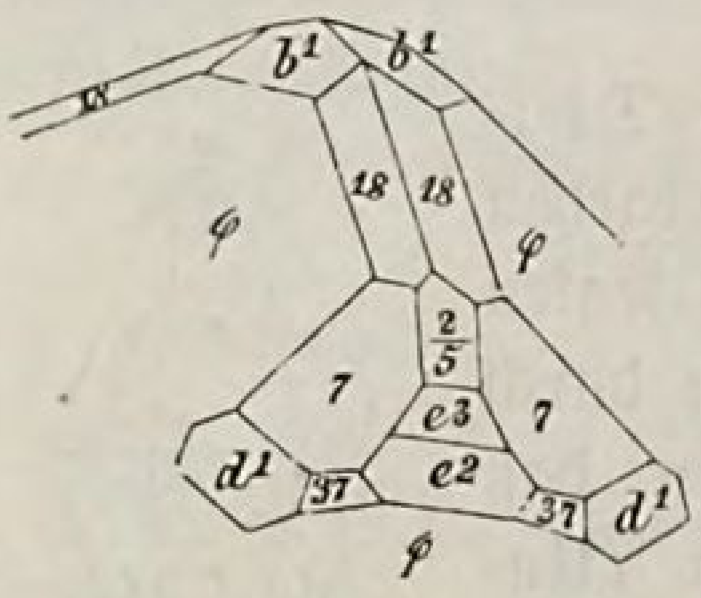


8. Das Hauptrhomboeder P kommt auch in Spalten des Kalkgebirges vor, und zwar mit glänzenden Flächen, ohne Spur eines Dreikantners, Höhlen auf der schwäbischen Alp. Darunter liegt die verdrückte Form eines Hauy'schen dilatée, aber nicht sehr deutlich. Die Kanten der drei breiten Flächen convergiren deutlich nach unten, sehen jedoch physikalisch anders aus als die drei schmalen, welche nicht so deutlich convergiren.

9. Alston Moor in Cumberland zeigt uns an der regulären sechsseitigen Säule einen Dreikantner aus der Diagonalzone des Hauptrhomboeder. Derselbe stumpft die Kante zwischen Hauptrhomboeder und erster sechsseitiger Säule ab, muß also auf der Projection zwischen den Sectionslinien dieser beiden liegen d. i. Nro. 37. Zersprengt man nun von einem die Spitze, so stumpft der blättrige Bruch die Kante zweier gegenüberliegender Flächen ab, folglich muß der Körper in der Diagonalzone liegen, es ist also der Dreikantner $a : \frac{1}{4}a' : \frac{1}{3}a'$. Oefter sitzt daran auch der Dreikantner $\frac{1}{2}a' : \frac{1}{6}a' : \frac{1}{4}a'$ Nro. 36.

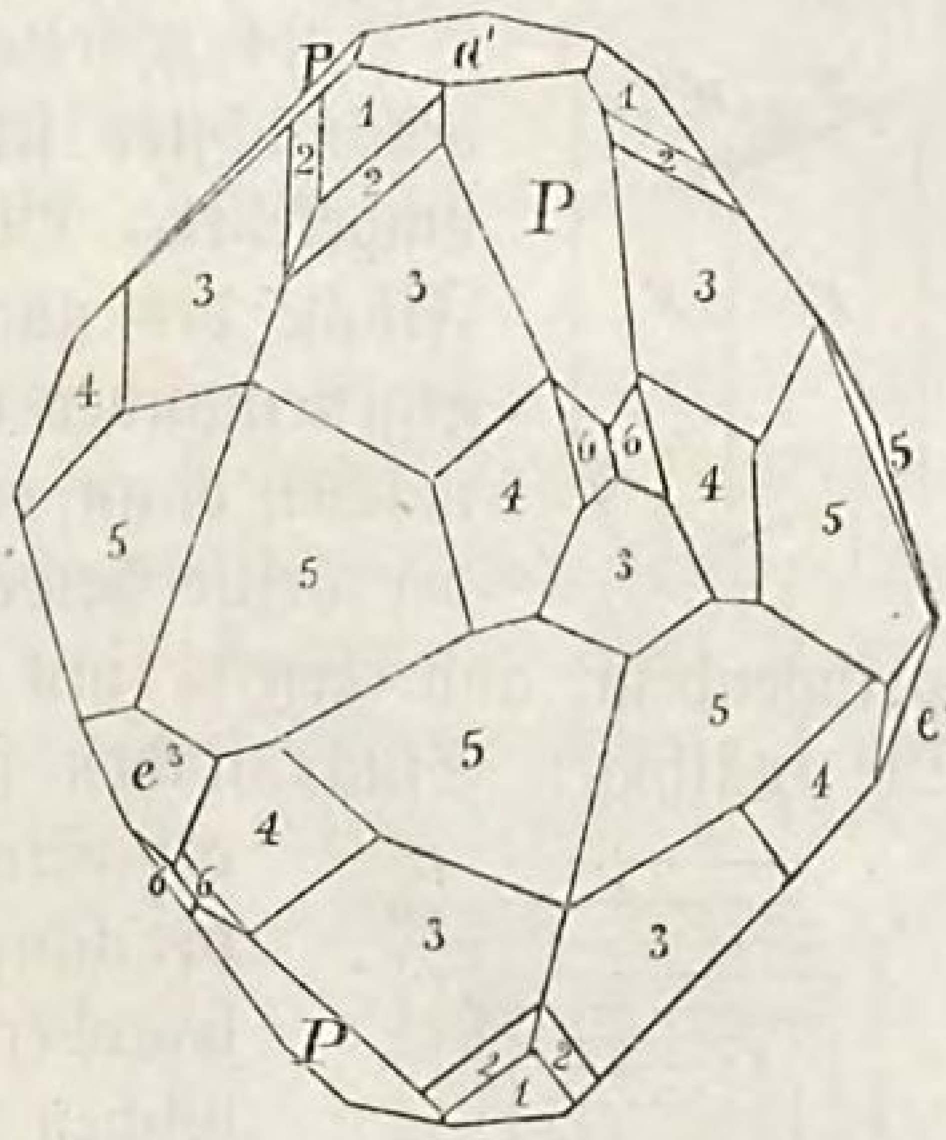


10. Im Fassathal kommen mit Analcim sehr flächenreiche Krystalle vor $\varphi = \frac{4}{5}a' : \frac{4}{5}a' : \infty a$ (Zippe) herrscht daran. Der Hauptdreikantner Nro. $7 = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$, dessen stumpfe Kante durch Rhomboeder $\frac{2}{5}a : \frac{2}{5}a$ gerade abgestumpft wird, leitet auf den blättrigen Bruch, dessen rhomboedrische Endkanten $b^1 = 2a' : 2a'$ gerade abstumpfen würde. Zweites schärfere Rhomboeder $e^3 = \frac{1}{4}a : \frac{1}{4}a$ muß in den scharfen Endkanten von Nro. 7 liegen. Nro. $18 = 4a : \frac{4}{3}a : \frac{4}{2}a$ schärft die Endkante φ/φ zu, denn φ gehört zu dessen verhüllten Rhomboedern. Aus der 1sten Säule $e^2 = a : a : \infty a$ folgt, daß Nro. $37 = a' : \frac{1}{4}a' : \frac{1}{3}a'$ zur 2ten Ordnung gehöre. Zweite Säule $d^1 = a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$ macht nach drei Seiten hin parallele Kanten, woraus man sogleich ihren Ausdruck errathet.

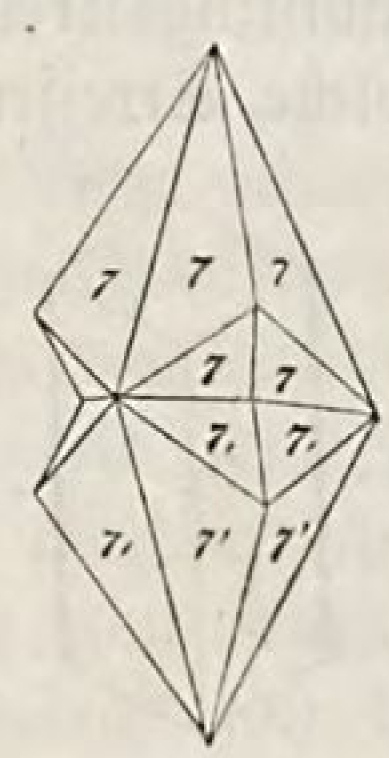


11. Am Obern See von Nordamerika sind aus den Kupfergruben außerordentlich flächenreiche Krystalle vorgekommen, die von Rath (Pogg. Ann. 132. 389) und Hessenberg (Abh. Senckenb. Nat. Ges. VII. 257) ausführlich beschrieben wurden. Einfache Dreikantner $a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$ lassen sich leicht nach den Sprüngen des Blätterbruches, in deren Kantenzonen sie fallen, beurtheilen. Ihre scharfen Endkanten sind durch das nächste schärfere Rhomboeder $\frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a'$ gerade abgestumpft, doch zeigt das Rhomboeder

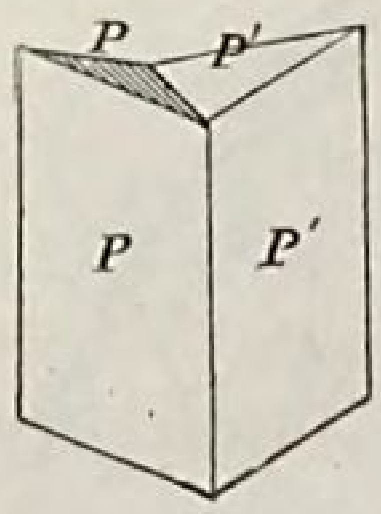
eigenthümliche Streifen, und sonderbarer Weise ist die eine Seite matt, die andere glänzend. Solche Krystalle von Hühnereigröße senken sich mit der einen Seite unmittelbar über das gediegene Kupfer hinab. Freilich sind dabei noch eine Menge unsicherer Abstumpfungen, die Websky (Zeitschr. d. geol. Ges. XV. 679) **Vicinalflächen** nannte, welche bei den Adularen in der Schweiz sich häufig finden, und dort bis zu den ungefügen Ausdrücken $\psi = \frac{1}{65}a : \frac{1}{66}b : c$, $\varphi = \frac{1}{219}a' : \frac{1}{220}b : c$ ꝛc. gehen. Dasselbe wiederholt sich bei den Kalkspathen, besonders wenn sie mit Zeolithen vorkommen, wie im Basalte von Gran Canaria, oder im kupferhaltigen **Mandelstein** vom **Obersee**, was beistehende Copie zeigt. Unter der Geradendfläche a' dehnt sich das blättrige Hauptrhomboeder P aus; das zweite schärfere $e^3 = \frac{1}{4}a : \frac{1}{4}a$ darunter verräth sich schon durch die symmetrische Lage. Ein glänzendes Rhomboeder $1 = \frac{8}{9}a' : \frac{8}{9}a'$, würde man gern für das Gegenrhomboeder nehmen, allein die Messungen ergaben die Endkante von 99° 55′, und damit ein neues Rhomboeder zweiter Ordnung. Daran schließen sich dann fünf ebenfalls neue Dreikantner: der erste $3 = \frac{5}{3}a' : \frac{5}{9}a' : \frac{5}{6}a' : c = 395$ hat noch eine gefügige Zahl; desto ungefüger ist schon $5 = \frac{11}{7}a' : \frac{88}{189}a' : \frac{88}{135}a' : c = 56.189.88$, welcher die größte Ausdehnung hat; die beiden $4 = \frac{81}{56}a' : \frac{81}{154}a' : \frac{81}{98}a' : c = 56.154.81$ und $2 = \frac{40}{11}a' : \frac{100}{143}a' : \frac{200}{231}a' : c = 55.286.200$ erscheinen zwar auch sehr complicirt, aber dennoch findet ein Zonenzusammenhang P1234 Statt, wie die Parallelität der Linien unten zeigt. Alle diese Dreikantner gehören der zweiten Ordnung, erster ist nur $6 = \frac{5}{3}a : \frac{15}{23}a : \frac{15}{14}a : c = 9.23.15$, aber diese fallen keineswegs mit den anlagernden 4 in eine Zone, sondern nach der Darstellung von Hessenberg würde in die Kanten $e^3/6$ je eine 2 oben neben P fallen. Solche Krystalle zu entziffern macht wenig Freude. Vielleicht kommt bald eine Zeit, wo man erkennt, daß die vermeintlichen Messungen nicht zu weit getrieben werden dürfen.



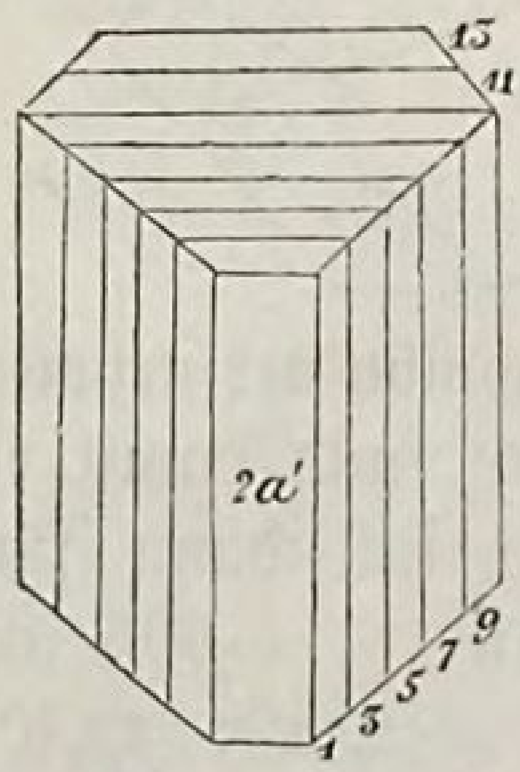
Zwillinge. 1stes gewöhnlichere Gesetz: Die Rhomboeder haben die Geradendfläche a^1 gemein und liegen umgekehrt. Sie sind daher um 60° gegeneinander verdreht. Besonders findet man es bei Dreikantnern von Derbyshire, Traversella, auch in einem Thonletten des Muschelkalkes bei **Cannstadt** ohnweit der Ziegelhütte in den ersten Kalkwänden, welche der Fluß auf dem rechten Ufer trifft. Letztere sind um und um ausgebildet, an den Seiten kommen drei Mal einspringende Winkel, und wenn diese sich auch ausfüllen, so passen scharfe Kanten unten und oben aufeinander, welche bei einfachen Formen bekanntlich abwechseln. Bei Auerbach



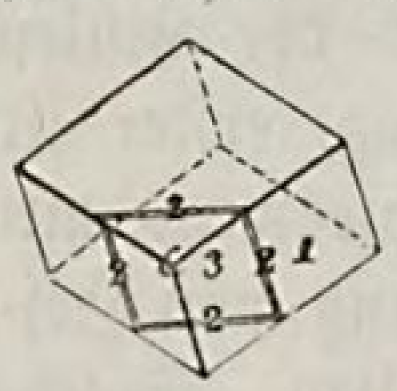
an der Bergstraße in Hessen-Darmstadt konnte man früher einmal späthige Stücke von Fuß Durchmesser schlagen, die zwei dreiseitigen Pyramiden mit einander zugekehrten Basen gleichen (Trigonoeder), die einspringenden Winkel, welche durch den Blätterbruch an den Seitenecken kommen, erinnern aber leicht an den Zwilling.



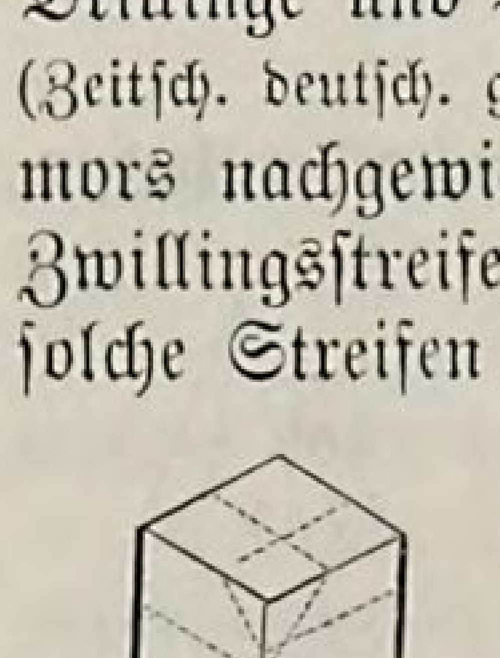
2tes seltenere Gesetz: die Krystalle haben die Fläche des nächsten stumpfern Rhomboeder b^1 gemein und liegen umgekehrt. Man darf nur das Rhomboeder parallel der Fläche des nächsten stumpfern halbiren, und die Stücke gegeneinander um 180° verdrehen. Zwei blättrige Brüche machen dann eine rhombische Säule von 105° 5', während der dritte beider Individuen ein Paar einerseits mit ausspringendem, andererseits mit einspringendem Winkel von 141° 52' bildet. Die späthigen Stücke finden sich bei Auerbach sehr schön, auch verrathen



oft Streifungen das Gesetz, wie unter andern die prachtvollen Stücke vom Sigmundsstollen im Rathhausberge bei Gastein: letztere erscheinen in Rhombischen Säulen mit Schiefendfläche. Die stumpfe Kante der Säule ist durch eine matte Fläche des Rhomboeder 2a' : 2a' : ∞a : c stark abgestumpft, und parallel ihnen sondert sich die späthige Masse in zahlreiche Blättchen von $\frac{1}{5}'''-1'''$ Dicke. Alle diese Blättchen 1 bis 13 gehören zwar ein und demselben Individuum, allein zwischen je zwei schieben sich papierdünne Blättchen des andern Individuum's ein. Solche **Einschiebsel von Blättchen** sind beim Isländischen Doppelspath besonders merkwürdig und

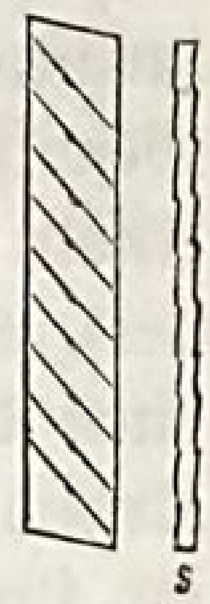


ziemlich häufig: die geschlagenen Stücke erscheinen zwar einfach, aber bei genauer Untersuchung merkt man einen zarten Strich (2), den Zwillings-Einschiebsel. Beim Durchsehen verräth er sich sogleich durch prachtvolle Farben, welche von den Neutonianischen verschieden sind. Es wirken dabei die Stücke 1 und 3 wie Turmalinplatten. Natürlich kommen auch Drillinge und Vierlinge vor. Wie solche Gesetze durchgreifen, hat Oschatz (Zeitsch. deutsch. geol. Ges. 1855. VII. 5) an Schliffen des Carrarischen Marmors nachgewiesen, die im Mikroskop an den kleinsten Körnern solche Zwillingsstreifen zeigen. Pfaff (Pogg. Ann. 107. pag. 338) zeigte, daß man solche Streifen auch künstlich erzeugen könne: schleife man parallel eines



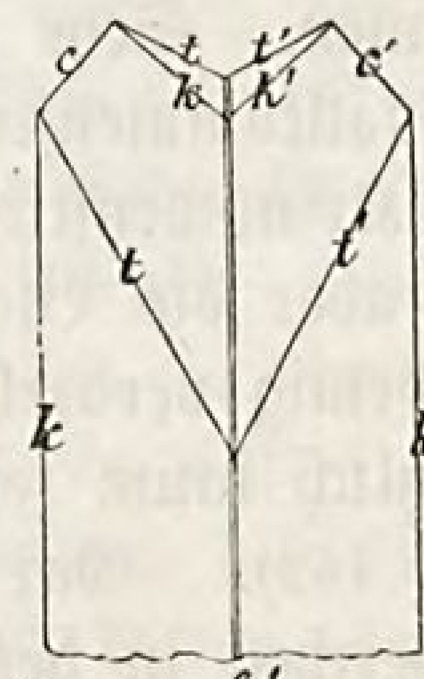
Hauptschnittes an die gegenüberliegenden Kanten Flächen und übe darauf einen senkrechten Druck in der Richtung der Pfeile aus, so kämen plötzlich Zwillingsstreifen, wie bei feinen Labradorkrystallen zum Vorschein. Reusch (Pogg. Ann. 137. 448) verfolgte das weiter, und wies die punktirte Lage der Zwillingsebenen nach, die er Gleitflächen nannte. Längs der Kante s, gegen welche der Druck senkrecht wirkt, entstehen sie. Die Streifen kommen

auch zum Vorschein, wenn man an die Säule s eine Geradendfläche schleift, und auf diese einen Druck ausübt (Monatsb. Berl. Akad. 1867. 224). Später konnte Reusch sogar die Sprünge in zierlichster Weise auf dünneren Platten durch bloßen Druck mit einem Stifte bei gehöriger elastischer Unterlage darstellen, wie nebenstehende Probe zeigt: man sieht an der kleinen Verletzung, wo der Stift angesetzt wurde, und auf der schmalen Seite s erscheint das Plättchen schwach wellenförmig gebogen, so daß wir die „Gleitfläche" noch mit den Augen verfolgen können.

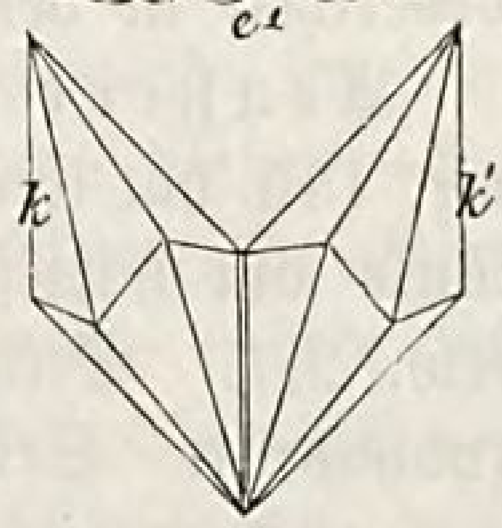


Wird man darnach nicht läugnen, daß auch in der Natur solche Zwillingslamellen durch ähnlichen Druck und Widerstände verschiedener Art erzeugt wurden, so ist damit doch das Zwillingsgesetz nicht aufgehoben: die großen Kalkspathplatten (a^1 PPP) im Maderaner Thal kreuzen sich oft unter 2mal 63.44 = 127° 28' mit vielen Wiederholungen. Dabei erheben sich auf der Geradendfläche a^1 zahlreiche Rhomboeder P buckelförmig, die häufig gegeneinander in dieser Zwillingsstellung stehen, wie das Einspiegeln zweier Blätterbrüche zeigt. Das konnte nur durch freies Wachsen in diese Lage gelangen.

3tes Gesetz findet sich zu Andreasberg und Derbyshire, hauptsächlich bei Dreikantnern, welche den Blätterbruch P gemein haben und umgekehrt liegen. Es sind gewöhnlich knieförmige Anlagerungen oder Durchkreuzungen, wobei die Axen c sich unter 2mal 45.20 = 90° 40' schneiden. Endlich kann auch in einem



4ten Gesetz das **nächste schärfere Rhomboeder** e^1 Zwillingsebene werden. Scheerer (Pogg. Ann. 65. 289) weist das an großen Krystallen von Alten's Kupfergrube in Norwegen nach: die Dreikantner $a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$ haben sich zu einer Säule kk' = 104° 38' verzogen, welche der scharfen Endkante entspricht, während t der stumpfen; ihre Gipfel liegen in den Linien c und c'. Daraus geht sofort hervor, daß $e^1 = \frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a'$ gehen müsse. Im Wallis kommen die Verwachsungen so deutlich, wie die darunter stehenden Modelle von Dreikantnern vor, welche die scharfe Kante kk' gemein haben, und umgekehrt liegen. Immer ist es wieder die Einfachheit des Gesetzes, welche uns anzieht. Das



Fortwachsen der Krystalle dürfte sich kaum irgendwo schöner finden: verwitterte rauhflächige Stücke haben zumal auf Erzgängen (Samson) sich mit einer klaren glänzenden Hülle umgeben, woran nur stellenweis das alte Kleid noch frei liegt. Häufig bildet das neue nur die Fortsetzung des alten, es können aber auch neue Flächen eintreten und alte verschwinden. Doch ordnet sich alles so sicher, daß man deutlich sieht, der alte Krystall hat seine vollkommene Anziehungskraft auf die Substanz bewahrt. Mit dem älteren Kalkspath kommen die Erze, mit

dem jüngern die Zeolithe vor, Jahrb. 1866. 230. Bei Reichenstein in Schlesien bilden die nächsten stumpferen Rhomboeder breite Kappen auf langstrahligen scharfen (Glocker, Nov. Act. phys. med. 1851. XXIII. 2. pag. 803). Gewisse Anziehungskraft üben auch andere Unterlagen, wie z. B. die Asseln der hohlen Spatangen und Ananchiten der Kreideformation (Weiß Verh. Gesellsch. nat. Freunde zu Berlin 1836 pag. 12), oder die Echinosphäriten des Uebergangsgebirges ꝛc.: jede Assel hat auf der Innenseite ihren Krystall, dessen Axe senkrecht gegen sie steht und dessen Größe genau mit ihr stimmt. Da die Assel selbst aus späthigem Kalk besteht, dessen Axe mit dem des Krystalls zusammenfällt, so mag darin der theilweise Grund zur Anziehung gelegen haben. Sie endigen daher auch häufig mit dem Hauptrhomboeder pag. 478. Echinitae favoginei (binnenzellige) Walch Naturg. Verst. II. 1 pag. 177 tab. E. 1. a fig. 3 hießen die Feuersteinechiniten mit Rhomboedereindrücken, welche schon richtig aus den hohlen Mastrichter Exemplaren (Naturforsch. Stück 9 pag. 270) erklärt wurden. Stelzner Jahrb. 1866. 418.

Zu späthigem Kalk bilden sich oftmals fossile Muschelschalen um, insonders Echinodermen, und wenn diese Theile in die Länge gestreckt sind, so fällt die Axe des Blätterbruchs mit der Längslinie zusammen. Sehr schön findet man das bei Cidaritenstacheln, die innerlich den vollkommensten Blätterbruch eines einzigen Kalkspathrhomboeders haben. Bei Krinoidenstielen entspricht die Hauptaxe zwar der Richtung des Stieles, aber die Blätterbrüche der einzelnen Glieder sind gegeneinander spiralförmig verdreht (Epochen der Natur pag. 558), doch dürfte der Drehwinkel gesetzlich kaum festgestellt werden können (Hessel, Mineral. Taschenb. 1825. a. pag. 152). Gar zierlich sind nach Turpin die mikroskopischen Rhomboederchen in den Eierschalen der Weinbergsschnecke.

Aeußere Kennzeichen. Härte 3, Normalhärte. Grailich pag. 155 hat ihn „sklerometrisch durchforscht", und die Flächen der 1sten Säule am härtesten, die des Hauptrhomboeder am weichsten gefunden. Gew. 2,7. Selten schön gefärbt, und dann meist gelbbraun von Eisenoxydhydrat. Seine ausgezeichnete doppelte Strahlenbrechung ist bekannt pag. 123, daher für Optik unentbehrlich. Dünne Scheiben sollen schon durch den Fingerdruck elektrisch werden. In der Temperatur des kochenden Wassers wird nach Mitscherlich der Endkantenwinkel $8\frac{1}{2}$ Minute kleiner (von $105^{0}\,5'$ geht er auf $104^{0}\,56\frac{1}{2}'$), er muß sich also beim Erwärmen nach der Hauptaxe stärker ausdehnen, als nach den Nebenaxen. Optische Axe —, wie bei allen rhomboedrischen Carbonaten. G. Rose (Abh. Berl. Akad. 1868. 57) beschrieb die schon von Plücker entdeckten hohlen Kanäle, welche entweder der horizontalen Diagonale der Blätterbrüche, oder den Endkanten des nächsten stumpfern Rhomboeders parallel gehen, und mit Zwillingslamellen zusammenhängen, die man auch künstlich durch Druck oder Schlag erzeugen kann.

Chemische Eigenschaften. $\dot{C}a\,\ddot{C}$, Stromeyer fand im Isländischen Doppelspath 43,7 $\ddot{C}$, 56,15 $\dot{C}a$, 0,15 $\dot{M}n$ und $\dot{F}e$, was gut den

Atomzahlen $28\,\dot{C}a + 22\,\ddot{C}$ entspricht. Für die Ackerkrume wichtig, da die Pflanzen ihn aufnehmen. Die reinsten enthalten blos 0,01 Procent fremder Stoffe. Bei anderen darf ein kleiner Gehalt an Magnesia, Kieselerde, Fluor ꝛc. wohl nicht auffallen. Große Stücke brausen stark mit Salzsäure, indem Kohlensäure entweicht und $Ca\,Cl$ sich löst. Vor dem Löthrohr brennt er sich kaustisch, die $\ddot{C}$ entweicht und Aetzkalk $\dot{C}a$ bleibt zurück, der bei fortgesetztem Glühen blendend leuchtet, und in Unschlitt getaucht gelbe Flammen gibt. Nur etwa 0,1 p.C. Kohlensäure hält er hartnäckig fest. In einer Atmosphäre von Kohlensäure gibt er dagegen seine $\ddot{C}$ gar nicht ab, daher hört in geschlossenen Gefässen die Zersetzung gleich auf sobald sich das Gefäß mit Kohlensäure gefüllt hat. Auf diese Weise ist er krystallisir- und selbst schmelzbar. Dieser alte Versuch von Hall gelang endlich auch dem G. Rose (Mon. Ber. Berl. Akad. 1862. 669). Aetzkalk soll sogar in der Weißglühhitze aus einem Strome von $\ddot{C}$ so viel aufnehmen, daß er wieder mit Säuren braust. Daher muß beim Brennen vorzüglich darauf gesehen werden, durch guten Zug die freie $\ddot{C}$ möglichst zu entfernen. Gebrannter Kalk mit Wasser übergossen erhitzt sich, und wird zu Kalkhydrat $\dot{C}a\,\dot{H}$. Dieß ist eine im Wasser wenig lösliche stark ätzende Basis, daher für die Technik so wichtig, namentlich in der Baukunst. Luftmörtel findet sich bei den ältesten Baudenkmalen (cyclopischen Mauern, Aegyptischen Tempeln, Cloaca maxima in Rom) nicht, die Babylonier bedienten sich des Erdpechs, verwendeten aber bei ihren Königspallästen schon Gyps und Kalk. Später hatten die Römer vorzüglichen Mörtel, und schon Cato (de re rustica) beschreibt 200 a. Ch. Kalköfen. Das $\dot{C}a\,\dot{H}$ zieht aus der Luft $\ddot{C}$ an, und verwandelt sich außen in $\dot{C}a\,\ddot{C}$, während das Innere bei dicken Wänden Jahrhunderte lang kaustisch bleibt. Aber nur dünne Lagen haften, daher muß er mit fremdartigen Massen stark gemischt werden. Klaproth (Beiträge V. 91) untersuchte einen blauen Kalk vom Vesuv, der $11\,\dot{H}$ und nur $28{,}5\,\ddot{C}$ enthielt, er hatte dabei aber die Bittererde übersehen, Roth nennt ihn Pencatit $\dot{C}a\,\ddot{C} + \dot{M}g\,\dot{H}$. Daran würde sich unmittelbar der Predazzit $2\,\dot{C}a\,\ddot{C} + \dot{M}g\,\dot{H}$ (Journ. prakt. Chem. 52. 346) schließen, ein Marmorähnlicher Kalk von Predazzo im Fleimserthal, welcher von Syenit durchbrochen wird. In Dünnschliffen unter dem Mikroskop besteht er aus Kalkspath und Brucit (Tschermak). Auch die dichten gelblichen Kugeln von Hydrodolomit an der Somma beweisen, daß Feuer und Wasser ihren zufälligen Einfluß auf Kalksteine oft noch in der Natur geltend machen. Pelouze's künstlich darstellbarer rhomboedrischer Hydroconit ($\dot{C}a\,\ddot{C} + 5\,\dot{H}$) erzeugt sich dagegen auf nassem Wege, und wurde in kupfernen Pumpen auf dem Grunde Norwegischer Bäche (Pogg. Ann. 68. 381) gefunden.

In den Mörteln spielt auch die Kieselerde und Talkerde noch eine bedeutende Rolle, zumal im Wassermörtel, von dem schon Plinius hist. nat. 35. 47 sagt: Selbst die reine Erde habe bemerkenswerthe Eigenschaften ...., quis enim satis miretur pessimam ejus partem, ideoque

pulverem appellatum in Puteolanis collibus, opponi maris fluctibus: mersumque protinus fieri lapidem unum inexpugnabilem undis, et fortiorem quotidie, utique si Cumano misceatur caemento? Das ist die berühmte Pozzulanerde von Pozzuoli bei Neapel und der Traß des Brohlthales an der Eifel (den ebenfalls die Römer schon fanden), welcher dem gelöschten Kalke hälftig beigemischt, eine Masse erzeugt, die unter Wasser hart wird: das Erstarren geht schnell, aber das Verhärten langsam. Jetzt weiß man, daß auch thonige und bittererdehaltige Kalksteine, aus weißem Jura, unterm Lias, Muschelkalke ꝛc., für sich gebrannt, schon hydraulischen Kalk geben. Löst man die gebrannte Masse in Säure, so scheidet sich die Kieselerde gallertartig aus, sie findet sich also wie bei den Zeolithen in ihrer löslichen Modification darin, die $\dot{\text{S}}\text{i}$ mag daher beim Zutritt des Wassers auf $\dot{\text{C}}\text{a}$ und $\dot{\text{M}}\text{g}$ wie bei der Zeolithbildung wirken. Ja Deville (Compt. rend. 1865. LXI. 975) zeigte, daß schon Magnesia mit Marmorpulver zu einem Brei gemischt vortrefflich cementirt, indem festes $\dot{\text{M}}\text{g}\,\dot{\text{H}}$ entsteht, das keine Kohlensäure aus der Luft aufnimmt.

Vorkommen. Kalk findet sich auf der Erdoberfläche in ungeheuren Massen. Er fehlt dem Urgebirge zwar nicht, doch ist er hier nur sparsam, und mag auch ein Theil auf trockenem Wege gebildet sein, was unter einem starken Drucke möglich scheint, so verdankt doch der Meiste dem Wasser seinen Ursprung: mit Kohlensäure geschwängert löst dies Kalk, man sagt, er sei als doppelt kohlensaurer Kalk ($\dot{\text{C}}\text{a}\,\ddot{\text{C}}^2$) im Wasser löslich. Wenn nun die Wasser verdunsten oder unter geringerem Druck ihre $\ddot{\text{C}}$ abgeben müssen, so scheidet sich der $\dot{\text{C}}\text{a}\,\ddot{\text{C}}$ wieder aus. Auf diese Weise haben sich Krystalle in den verschiedensten Spalten und hohlen Räumen der Gesteine, selbst im Granite, erzeugt. Besonders häufig aber in den Kalkgebirgen. Namentlich gern krystallisirt er, wenn die Wasser durch fremde Gegenstände, wie durch ein Filtrum durch mußten: so findet man in gewissen Kalkschlammen keine unverletzte Ammonitenkammer (Epochen der Natur pag. 106), die nicht innen mit Krystallen tapezirt wäre, aber nur so weit, als die unverletzte Kammer die hohlen Räume nach außen abschloß; die Schale wirkte hier offenbar wie ein Filtrum. Der Kalkschlamm selbst mag wegen seiner vielen Schalenreste der Hauptsache nach ein thierisches Product sein. Erwähnen wir einige Hauptvarietäten:

1. Krystalle. Die schönsten findet man auf Erzgängen: so wurde 1785 auf der Grube „fünf Bücher Mosis" bei Andreasberg ein 5 Lachter großes Drusenloch mit den prächtigsten Krystallen eröffnet, seit der Zeit wird dieser Fundort immer erwähnt. Nicht minder schön und mehr als Fuß groß kommen sie in Derbyshire vor. Flächenreich auf den Magneteisenlagern von Traversella, und besonders reizend auf gediegenem Kupfer vom Lake Superior. Die späthigen Stücke von mehr als Quadratfuß Fläche bei Auerbach sind nichts als innere Theile verdrückter Krystalle. Damit können sich die Spalten des Kalkgebirges selten messen.

2. Späthige Massen heißen solche, an welchen man keine äußern Flächenumrisse mehr bemerkt, obgleich viele derselben in Sammlungen nur

von zerschlagenen Krystallindividuen stammen. Am berühmtesten ist der Isländische Doppelspath, so genannt, weil man dadurch die Gegenstände doppelt sieht. Nach Kokscharow Mater. VII. 79 mit 105° 3′ in den Endkanten. Er kommt in einer 3′ breiten und 25′ langen Spalte am nördlichen Ufer des Rodefiordes auf der Ostküste von Island vor, die Spalte setzt im Dolerit zu unbekannter Tiefe fort. Alte Angaben sagen 7 Ellen dick, wovon die vier obern brauchbar, Naturforsch. 1799 Stück 28 pag. 141. Ein darüber hinfließender Bach verunreinigt die schöne Masse von grobkörnigem Gefüge, worin für Krystallisationen kaum Raum blieb; zierliche Krystalle von Strahl- und Blätterzeolith sind eingeschlossen. Kaufmann Siemsen in Hamburg gräbt darauf. Halbklare Krystalle kommen zwar auch in andern Gegenden vor, allein für Stücke von solcher Durchsichtigkeit war Island bis jetzt einzig. Frenzel (Mineral. Lexicon pag. 55) nennt ein graulichweißes Vorkommen von Niederrabenstein in Sachsen, was auch zu optischen Zwecken verwendet werden könne.

Späthige Kalkmassen werden öfter ausgezeichnet krummschalig, die Krystalle bekommen dann eine glaskopfartige Oberfläche von höchst eigenthümlichem Aussehen: auf Bleiglanz der Friedrichsgrube bei Tarnowitz sitzen gelbe runde Tropfen wie Kirschharz. Vergleiche auch die sogenannten Krähenaugen von Andreasberg. Die schwarzen krummschaligen nennt man Anthraconit, besonders schön in der Abtenau bei Salzburg, und im schwedischen Alaunschiefer.

3. Strahliger Kalkspath durchsetzt häufig das Kalkgebirge gangförmig, wie z. B. in den Bohnerzspalten der Alp. Solches Gefüge hängt mit der Krystallbildung auf das Engste zusammen: es sind nichts anderes als parallel gelagerte Säulen, die sich in ihrer Ausbildung gegenseitig störten. Die fortificationsartig gestreiften Stücke fallen leicht auseinander, und die Endecke des blättrigen Rhomboeders liegt nie anders, als am Ende dieser Strahlen. Werden die Strahlen zu feineren Fasern, so muß man sich vor Verwechslung mit Aragonit hüten. Man nennt das feinere auch Faserkalk. Besonders interessiren in dieser Beziehung die Belemnitenscheiden: ihre Strahlen entspringen fein im Mittelpunkte, und werden nach außen immer breiter. Auch hier fällt die Axe des blättrigen Bruchs genau mit der Strahlenaxe zusammen. Ebenso werden die Muschelschalen, wie von Inoceramus, Pinna etc., oft fasrig, die Faser steht senkrecht gegen die Fläche, aber auch bei diesen vermißt man trotz der Feinheit das späthige Gefüge niemals.

Dutenmergel (Nagelkalke) bilden Platten in dem Schieferthone der verschiedensten Formationen, besonders aber im Steinkohlengebirge und Jura. Die Eisenbahn hat hinter Balingen bei Frommern aus den Thonen des Braunen Jura α mehrere Zoll lange Kegel herausgefördert, die vollständig einem Kreisel gleichen. Der späthige Bruch ist bei ihnen unverkennbar, allein es scheiden sich zahlreiche kleine Kegel aus, die ihre Basis in der Plattenwand haben, und ihre Spitzen gegeneinander verschränken. Längsstreifen und wellige Querstreifen gehen durch die ganze,

theilweis sehr unregelmäßig abgesonderte Masse: eine Bildung, die man noch nicht hat erklären können. Concretionen waren es jedenfalls.

4. Körnigblättriger Kalkstein, das krystallinische Gefüge der einzelnen Körner sehr deutlich, aber die Individuen verschränken sich so ineinander, daß sie compacte feste Gesteine bilden. Zunächst gehören dahin Stalactiten und Kalksinter, welche die Wände der Höhlen und Spalten im Kalk- und Dolomitgebirge überziehen, und die in frühern Zeiten in hohem Grade die Aufmerksamkeit auf sich lenkten. Sie hängen entweder wie Eiszapfen (Stiriae Gesner de fig. lap. 1565 pag. 58) von den Wänden herab (Stalactiten), oder ragen säulenförmig vom Boden in die Höhe (Stalagmiten), zeichnen sich durch concentrische Schichtung aus, zeigen aber beim Zerschlagen meist ein deutliches Korn. Wie schnell solche Zapfen gebildet werden können, sieht man unter neuen Brückengewölben. Die dünnen sind öfter röhrenförmig hohl, haben aber eine sehr späthige Hülle. Durch die Höhle lief das Wasser herab. Auch bei compacten Stalactiten findet man am Ende öfter eine Grube, wo die Wassertropfen hängen bleiben und wieder etwas von der Masse auflösen. Wells (Silliman Amer. Journ. 1852. XIII. 11) hat im Widerspruch mit Liebig darin Quellsäure nachgewiesen, wovon er sogar die gelbe Farbe ableitet, da selbst bei ganz dunkeln die Lösung kein Eisen zeigte!

Marmor.

Schon bei Homer heißt *μάρμαρος* jeder glitzende (besonders bearbeitete) Stein, daher begreifen spätere, wie Plinius und andere, unter marmor die verschiedensten Felsarten, namentlich auch Granite. Gegenwärtig jedoch hat man den Namen blos auf Kalksteine beschränkt. Obenan steht

5. Statuen-Marmor, Salinischer Marmor älterer Mineralogen. Lychnites, weil er nach Varro auf Paros bei Licht unterirdisch gewonnen werden mußte. Verhält sich zum Doppelspath, wie Schnee zum Eise. Die reinsten sind vollkommen schneeweiß, nur in großen Stücken häufig durch Flecken und flammige Streifen verunreinigt. Der blättrige Bruch des feinen Korns glänzt aus dem Innern heraus, zeigt häufig Zwillingslinien, die geschliffene Oberfläche hat daher nicht das matte Aussehen des Alabasters. Mit der Zeit vergilben sie, wie das die antiken Statuen, und die Marmorpalläste von Venedig, Genua, Florenz, Rom 2c. zeigen. Mögen auch solche zuckerkörnigen Gesteine in den krystallinischen Gebirgen Nordeuropas, der Alpen und Pyrenäen eine bedeutende Rolle spielen, so stehen doch noch heute Italien und Griechenland unerreicht da. Seit der römischen Kaiserzeit übertrifft der Lunensische (Carrarische) Marmor an blendender Weiße, Fleckenlosigkeit, Gleichheit und Härte des Korns alle bekannten. Er bricht auf der Westseite der Apuanischen Alpen, die im Golf von Spezzia steil an das Meer treten, und bis zum Gipfel von 5000′ Höhe aus purem Marmor bestehen. Früher für metamorphosirten Lias, jetzt für Bergkalk erklärt. Er enthält 0,4 Mg. Künstler aller Nationen haben hier ihre Werkstätte aufgeschlagen, um gleich an Ort und

Stelle durch Bearbeitung im Rohen sich von der Brauchbarkeit und Fehlerlosigkeit der Blöcke überzeugen zu können. Magazine davon sind in Florenz, und man wird keine selbst der kleinern Hauptstädte Deutschlands besuchen, wo man nicht mehrere Denkmale aus diesem merkwürdigen Gesteine fände. Der eigentliche Statuario kommt aber nur in großen Linsen vor, deren Produktion abnimmt. Der Cubikmeter kostet bis zum Strande schon 2000 Lire. Die Waterloo-Vase auf dem Trafalgar Platze ist 16' hoch und 10' breit, Napoleon sahe die riesigen Blöcke vor dem Russischen Feldzuge, und bestimmte sie zu einem Siegesdenkmal! Der Parische Marmor, das Material der griechischen Künstler in ihrer höchsten Blüthe, ist etwas grobkörniger, und (wohl nur in Folge dessen) nicht so blendend weiß. Er bricht auf der Insel Paros, die außer Gneis und Glimmerschiefer wohl zu drei Viertheilen aus diesem kostbaren Material besteht. Die unterirdischen Brüche sind durch König Otto wieder eröffnet. Er ist so grobkörnig als der Tyroler von Schlanders, und an der Luft haltbarer als der Carrarische. Hohen Ruf genoß auch der Pentelische nördlich Athen, woraus die Akropolis gebaut ist; Adern von grünem Talk durchziehen ihn. Solchen findet man häufig im Hochgebirge, die Alten wählten ihn gern zu Säulen, wie den Cipollino unserer Künstler, dessen Streifen mit den Häuten einer Zwiebel verglichen werden. Die sogenannten Kalkstöcke im Urgebirge (Breithaupt Paragenesis 89) bilden besonders in Norwegen und Nordamerika die reichsten Fundstätten für Silikate, welche gleichsam darin „schwimmen". Alabasterartige halbdurchsichtige Marmor von Tebris am Urmia, womit die Perser seit Jahrhunderten ihre Palläste und Gräber schmücken, sollen ein Produkt der Tuff-erzeugenden Quellen am trachytischen Sahend sein. Noch mannigfaltiger und minder kostbar ist

6. Bunter Marmor (versicolor). Ihn lieferten zuerst die Steinbrüche von Chios. Dieß sind nichts weiter als dichte Kalksteine mit flachmuscheligem Bruch. Doch nennt man nicht jeden Kalkstein Marmor: er muß sich entweder durch schöne Farben oder doch einen höheren Grad von Reinheit auszeichnen. Letzterer bildet, wie die Dolomite, plumpe Felsen, und findet sich besonders in Hochgebirgen oder ältern Formationen. Die Künstler bezeichnen ihn gern nach der Farbe: Marmo bianco (weiß), nero (schwarz wie der Aegyptische Lucullenm durch $\frac{3}{4}$ p.C. Kohle), rosso (roth neuerlich in Böotien gefunden), verdello (grün), giallo (isabellgelb); setzen auch wohl den Fundort zu, giallo de Siena. Wenn dieser aber nicht bekannt ist, wie das bei den Alterthümern Griechenlands und Italiens häufig vorkommt, so setzt man noch antico hinzu, was in Italien freilich oft, wie schon Ferber (Briefe aus Welschland) bemerkt, betrügerisch geschieht, um dadurch den Werth der Sache zu erhöhen. Es gibt auch vielfarbige mit flammigen Zeichnungen, wovon die Techniker das Wort „marmorirt" entlehnt haben, wie der schwarze von Dinant und Namur im Belgischen Bergkalke. In Deutschland ist der rothe Marmor vom Rübeland auf dem Harz, aus dem Fichtelgebirge bei Bay-

reuth, von Adneth bei Salzburg, am Untersberge bei Reichenhall (zur Walhalla verwendet) ꝛc. bekannt. Sonderlich stark braun- und gelbgeflammte kommen an den Grenzen der Bohnerze auf der Alp vor, sie werden zu Briefbeschwerern, Pfeifenköpfen ꝛc. benützt (Mineralogische Belustigungen 1770. V pag. 202).

Muschelmarmor (Lumachelle) nennt man die Kalksteine, worin die organischen Einschlüsse, hauptsächlich Muscheln, scharf hervortreten. Einen der schönsten bildet der triasische Muschelmarmor (Naturforscher 16 Stück 1781 p. 160) vom Bleiberge in Kärnthen. Zwischen zahllosen Muscheln des schwärzlichen Gesteins liegen Schalentrümmer von Ammoniten, die in den prachtvollsten Regenbogenfarben strahlen, besonders nach gewisser Richtung, wie die Perlmutterschale. In der Gegend von Ischl werden Ammoniten polirt, woran die Loben auf das Zierlichste hervortreten. Der Alttorfer Muschelmarmor ist ein bituminöser Liaskalk mit Ammonites communis, dessen Kammern sich mit Kalkspath erfüllt haben. Ueberhaupt wird der Effekt dieser Gesteine durch das späthige Gefüge der darin eingesprengten Petrefacten erzeugt. Die Alten kannten sie von Megara. Paris treibt großen Luxus in Marmor.

7. Dichte Kalksteine nehmen Thon auf, verlieren dann zwar an Schönheit, gewinnen aber gewöhnlich an Schichtung. Der berühmteste aller geschichteten findet sich zu Solnhofen an der Altmühl (Bayern) im obern Weißen Jura ζ von bewundernswürdiger Gleichartigkeit: es ist ein homogener Kalkschlamm mit ebenem Bruche, der auf Schuhweite dem Schlage folgt, man kann Platten von mehreren Quadratfuß gewinnen, die nicht den geringsten Fehler haben, die Bruchfläche mit der Hand überfahren erregt das sanfteste Gefühl. Am geschätztesten sind die blauen von Mörnsheim. Feine dienen zur Lithographie, kleine Fehler schaden nicht; gröbere zu Fußplatten, Dachziegeln ꝛc. Die Ziegelplatten sind oft durch schwarze Dendriten, welche von einer Spalte aus sich blumig ins Gestein verbreiten, geschmückt. Diese Manganfärbungen hielt man früher irrthümlich für Pflanzen, sie zogen daher in ungebührlichem Grade die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich; heute betrachtet sie nur der Laie mit Wohlgefallen. Obgleich das Aetzen der Kalkplatten in Augsburg schon im 16ten Jahrh. bekannt war, so ist doch erst Senefelder 1796 der eigentliche Entdecker (Frischmann, Zusammenstellung foss. Ueberreste lith. Kalksch. Eichstädt Schulprogramm 1853 pag. 4). Auch zu Cirin (Ain Dép.) werden kleine Platten gewonnen, zu Effingen im Aargau dienen die wohlgeschichteten Kalke des weißen Jura β.

8. Mergel (marga. Plin. 17. 4). Nimmt der Kalk immer mehr Thon auf, so verwittert und verfriert er um so leichter, das Produkt ist eine Mergelerde. Der Kalk kann nicht durch Schlemmen getrennt, sondern muß mit Säuren ausgezogen werden. Wir kommen so durch alle möglichen Abstufungen über den Lehm hinweg zu den Thonen. Von einer mineralogischen Classificirung darf hier nicht mehr die Rede sein, man kann sie nur chemisch festhalten. Viele derselben sind bituminös, na-

mentlich wenn sie Petrefacten zum Bett dienten: so der berühmte Mansfeldische „Bituminöse Mergelschiefer" der Zechsteinformation, von schwarzer Farbe, die er im Feuer verliert, und wegen seines Gehalts von Schwefelkupfer und Silber ein wichtiger Gegenstand des Bergbaues; Posidonienschiefer des Lias mit seinen harten Stinksteinplatten, der wegen seines Oeles mit loher Flamme brennt, und in Schwaben technisch ausgebeutet wird. Durch Erdbrände werden sie ziegelroth, Ceramites Gesner de fig. lap. 1565 pag. 85. Noch fetter ist der Seefelder in Tyrol; Süßwasserkalke der Tertiärformation (Bolca, Oeningen, Aix ꝛc.) geben gerieben oder geschlagen wenigstens noch einen starken ammoniakalischen Geruch aber mit specifischer Eigenthümlichkeit von sich. Erwärmt und mit Leinöl getränkt werden sie haltbar.

Ein besonderes Wort verdienen die Mergelknollen: rundliche Concretionen in allerlei mergeligen Gebirgsarten liegend. Viele erinnern an Kieselknollen, und bahnen den Weg zu den eigentlichen Feuersteinen. Andere sind aber wahre Mergel, wie die Imatrasteine, nach den Stromschnellen des Wuoxen in Finnland benannt (Parrot, Bulletin Acad. Petersb. 1839, VI. 183), die in einem Lehm liegen, und wegen der wellige Petrefacten nachahmenden Form fälschlich für Petrefacten gehalten sind. Ehrenberg beschreibt ähnliche Dinge aus den Mergeln von Dendera in Aegypten (Abhandl. Berlin. Akad. 1840) und nennt sie Krystalloide, so wenig sie auch mit Krystallen gemein haben. Von besonderer Regelmäßigkeit sind noch die Schwedischen Marlekor (Leonhard's Jahrb. 1850 pag. 34), die schon Linné als Tophus Ludus kannte, und die mährischen Laukasteine (Epochen der Nat. pag. 196). In deutschen Lehmbildungen fehlen ähnliche Knollen nicht, z. B. bei Cannstadt, sind hier aber viel erdiger. Etwas eigenthümlicher Art ist der bekannte Florentiner Ruinenmarmor, ebenfalls Nieren im tertiären Mergel des Arnothales, la Fay (Hist. de l'Acad. roy. 1717). Man darf solchen Concretionen doch nicht zu große Wichtigkeit beilegen, und sie bis in alle Einzelnheiten verfolgen wollen. Auch der chemische Gehalt hat nur ein untergeordnetes Interesse, denn im Grunde gehören auch die Sandzapfen aus der Molasse Oberschwabens und Oberbayerns hierhin, die in den wunderbarsten zizenförmigen Auszackungen sich im Sande verbreiten. Wie die Stalactiten und die runzeligen Wülste gefrorenen Wassers sich bilden, so mögen auch diese Figuren im Erdinnern zusammengeflossen sein, ohne daß dabei besondere Attractionsgesetze im Spiele waren.

9. Kreide, Blanc de Meudon, amorpher Kalk, erdig und von schneeweißer Farbe, bildet im Norden ganze Felsenmassen. Sie besteht bei 300maliger Vergrößerung aus Körnern von elliptischem Umriß, wozwischen mikroskopische Schalen von Foraminiferen liegen (Ehrenberg, Abhandl. Berlin. Akad. 1838 und 1839). Die Körner unorganischen Ursprungs sind nichts weiter als ein feiner Kalkschlik des Urmeers, der von Neuern mit den Coccolithen des Bathybius, aus Kügelchen von Schleim bestehend, in Verbindung gesetzt wird. Montmilch (Bergmilch) kommt nester-

förmig vor, ist kreideartig, aber weicher und zarter im Anfühlen. Manchmal erscheint sie als ein besonderer Niederschlag, dann aber auch wieder als ein Zersetzungsprodukt. G. Rose fand einzelne Aragonitnadeln darin. Man muß sich hüten, sie nicht mit Infusorienerde zu verwechseln. Bildet sich in Stalactitenhöhlen, am Pilatus, Gesner de fig. lapid. 1565 pag. 50.

10. Kalktuff (Travertino, tofus Plin. hist. nat. 36. 48), ein grauer poröser erdiger diluvialer Kalk, secundäres Produkt der Kalkgebirge, in deren Thalsohlen und Quellenabhängen er sich absetzt. In der schwäbischen Alp ist er öfter nichts als lebendig begrabenes Moos, daher das Zackige und unregelmäßig Löcherige. Feucht läßt er sich sägen (dentata serra secatur), und liefert unter Dach (sub tecto dumtaxat) ein leichtes, festes und trockenes Baumaterial. Der römische, der zum Bau der Peterskirche diente, wird durch Verwitterung röthlich, was den „Denkmälern des Alterthums den Charakter der Majestät mittheilt." Auch Osteocolla (Beinbruch), meist Pflanzenwurzeln, die im tiefen Mergel oder Sandgrunde verfault erdigen Kalk aufgesogen haben, möge man hier vergleichen. Spielte früher in den Officinen eine Rolle.

11. Oolith (Rogenstein), Hammitis ovis piscium similis Plin. hist. nat. 37. 60, bildet kleine regelmäßige Kügelchen von Hirsekorn- bis Erbsengröße, sieht daher versteinerten Fischrogen sehr ähnlich, wofür man ihn früher hielt. Allein die Körner sind concentrisch schalig und excentrisch fasrig, und ihre Aehnlichkeit mit Erbsensteinen ist zu groß, als daß man sie nicht für unorganische Bildungen halten müßte. Die mächtigsten Lager kommen im Braunen und Weißen Jura vor, oft von außerordentlicher Regelmäßigkeit der Körner, wie z. B. am Wartenberge südöstlich Basel. Sie liefern gute Bausteine. Ein anderes weniger mächtiges aber meist von größerem Korn findet sich im Bunten Sandsteine am Fuße des Harzes, die größern lösen sich bei der Verwitterung in kleinere Körner, auch gehen die Bänke stellenweis geradezu in Faserkalk über, so daß man sie für ein Produkt heißer Quellen halten möchte.

Erbsenstein, im Thale des Karlsbader Sprudels mächtige Lager bildend, glänzt an der Oberfläche wie Erbsen, ist sehr deutlich concentrisch schalig, und beim Zerschlagen findet man innen ein fremdartiges Korn, was ohne Zweifel zur Bildung die erste Veranlassung gab: der heftige Sprudel spielte mit dem Sande, um welchen sich der Kalk so lange concentrisch ablagerte, bis die Erbse, zu schwer, sank und sich zur Seite legte. Der Erbsenstein ist übrigens Aragonit. Eigenthümlich sind die Piselli del Vesuvio aus der Fossa Grande, aneinander gebackene Kugeln von der Größe einer Erbse. In Mexicanischen Seen sollen sogar Insekteneier Veranlassung zu Oolithbildung geben.

Krystallinischer und dichter Kalk hat in hohem Grade die Eigenschaft, sich mit fremden Substanzen zu mischen. Vor allem durchdringt ihn die Kieselerde, und diese scheidet sich in Knollen oder in den Schalen der Thierreste aus; mit Säure behandelt gelatiniren solche Kalke. So führt Hausmann einen Braunsteinkalk von Ihlefeld an, krumm-

blättrig und kohlschwarz von Braunstein; einen Hämatokonit blutroth von Eisenoxyd, und körnig blättrig, wie der dichte Marmo rosso antico; einen Siderokonit ochergelb von Eisenoxydhydrat, wie der Numidische Marmo giallo antico. Verschieden von solchen fremden Beimischungen sind dann diejenigen, welche als kohlensaure Verbindungen hinzutreten, und verändernd auf die Form einwirken. Diese haben noch darum ein wissenschaftliches Interesse, da es bei den rhomboedrischen öfter den Anschein gewinnt, als könnte man aus der Form auf den Inhalt und umgekehrt schließen. Wir wollen diesen

Einfluß des Inhalts auf die Form

etwas näher auseinandersetzen. Man weiß, daß die reine $\dot{C}a\,\ddot{C}$ einen Endkantenwinkel von $105^0\,5'$, und die reine $\dot{M}g\,\ddot{C}$ von $107^0\,25'$ hat. Nun zeigt aber der Dolomitspath $= \dot{C}a\,\ddot{C} + \dot{M}g\,\ddot{C}$ einen Endkantenwinkel von $106^0\,15' = \frac{1}{2}(105^0\,5' + 107^0\,25')$, der also genau in der Mitte von beiden liegt. Darnach scheint es, daß beide gemäß ihrer Atomzahl in der Mitte zusammentreffen. Beudant (Lehrb. Mineral. übersetzt von Hartmann 1826 pag. 41) machte zuerst darauf aufmerksam.

Sind daher die Winkel w und w' zweier Stoffe bekannt, und weiß ich, welchen Winkel w'' das Doppelsalz hat, so kann ich daraus den Atomgehalt berechnen. Denn es ist

$$x w + y w' = w''; \; x + y = 1 \text{ oder } y = 1 - x, \text{ folglich}$$

$$x w + (1 - x)\, w' = w'', \; x = \frac{w'' - w'}{w - w'} = \frac{w' - w''}{w' - w}$$

Beispiel. Beim Dolomitspath habe ich w'' = 106.5 gefunden, und weiß aus qualitativer Analyse, daß nur $\dot{C}a\,\ddot{C}$ = w = 105.5 und $\dot{M}g\,\ddot{C}$ = w' = 107.25 darin ist, so wird

$$x = \frac{w' - w''}{w' - w} = \frac{107.25 - 106.5}{107.25 - 105.5} = \frac{1.10}{2.20} = \frac{1}{2},$$

folglich $\frac{1}{2}\,\dot{C}a\,\ddot{C} + \frac{1}{2}\,\dot{M}g\,\ddot{C}$ vorhanden.

Wäre w'' = 106.29 gefunden, so gäbe

$$x = \frac{107.25 - 106.29}{107.25 - 105.5} = \frac{56'}{140'} = \frac{2}{5}\,\dot{C}a\,\ddot{C},$$

folglich muß $\frac{3}{5}\,\dot{M}g\,\ddot{C}$ dabei sein.

Spatheisenstein hat 107.6 = w, Manganspath 106.51 = w'. Es zeigte aber der Spatheisenstein von Ehrenfriedersdorf 107^0 = w'', und hatte außer $\dot{M}g\,\ddot{C}$ keinen andern Bestandtheil, folglich ist

$$x = \frac{w'' - w'}{w - w'} = \frac{107 - 106.51}{107.6 - 106.51} = \frac{9}{15} = \frac{3}{5}\,\dot{F}e\,\ddot{C},$$

und es bleibt $\frac{2}{5}\,\dot{M}g\,\ddot{C}$.

Man könnte hiernach sogar voraussagen, unter welchem Winkel eine bis jetzt noch nicht selbstständig krystallisirte Gestalt krystallisiren müßte. So soll Johnston's Plumbocalcit aus den alten Grubenhalden von Wanlockhead in Dumfriesshire zwar einem blättrigen Kalkspath durch-

aus gleichen, aber neben 92,2 $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ noch 7,8 $\dot{Pb}\,\ddot{C}$ enthalten, von der Formel 31 $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ + $\dot{Pb}\,\ddot{C}$. Nun fand Brewster, trotz des geringen Bleigehaltes, einen Endkantenwinkel von $104^0\ 53'\ 30''$, wäre dies richtig, so müßte

$$\frac{31.105^0\ 5' + x}{32} = 104^0\ 53\tfrac{1}{2}',\ x = 98^0\ 57'$$

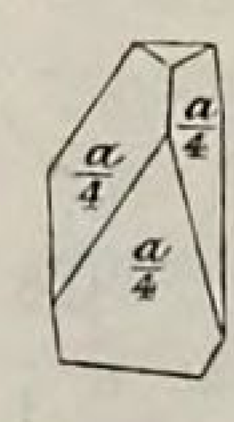
sein. Das $\dot{Pb}\,\ddot{C}$, würde es dereinst rhomboedrisch gefunden, müßte also etwa 99^0 in den Endkanten haben. Freilich fand Descloizeaux Manuel II. 124 den Winkel $105^0\ 7'$ an dem gleichen Mineral.

Kohlensaurer Kalk ist dimorph: rhomboedrisch als **Kalkspath** und zweigliedrig mit besonderer Neigung zu Zwillingsbildungen als **Aragonit**, und diesen beiden Typen folgt eine ganze Reihe Salze, deren Hauptglieder folgende sind.

Rhomboedrisch.	Zweigliedrig.
1. $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ $105^0\ 5'$ Kalkspath;	$\dot{Ca}\,\ddot{C}$ $116^0\ 16'$ Aragonit.
2. $\dot{Mg}\,\ddot{C}$ $107^0\ 25'$ Bitterspath;	$\dot{Mg}\,\ddot{C}$ künstlich G. Rose.
3. $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ + $\dot{Mg}\,\ddot{C}$ Dolomitspath;	$\dot{Pb}\,\ddot{C}$ $117^0\ 14'$ Weißbleierz.
4. $\dot{Fe}\,\ddot{C}$ $107^0\ 6'$ Spatheisen;	$\dot{Ba}\,\ddot{C}$ $118^0\ 30'$ Witherit.
5. $\dot{Mn}\,\ddot{C}$ $106^0\ 51'$ Manganspath;	$\dot{Sr}\,\ddot{C}$ $117^0\ 19'$ Strontianit.
6. $\dot{Zn}\,\ddot{C}$ $107^0\ 40'$ Zinkspath;	$\dot{Ba}\,\ddot{C}$ + $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ Alstonit.

2. Bitterspath Hausm.

Reine $\dot{Mg}\,\ddot{C}$ ohne Kalk, aber mit $\dot{Fe}\,\ddot{C}$, von Werner unter Rautenspath mit inbegriffen; wegen des stumpfen Winkels nannte es Mohs Brachytypes Kalkhaloid, Haidinger Breunnerit (Pogg. Ann. 11. 167), Stromeyer Magnesitspath. Ohne chemische Analyse und genaue Lokalkenntniß ist ein sicheres Erkennen nicht mehr möglich, und wir halten sie blos der Theorie wegen scharf auseinander. Beim Verdunsten des lösenden Wassers durch Abkühlung schlägt sich $\dot{Mg}\,\ddot{C} + 3\,\dot{H}$ nieder; erhält man dagegen die Lösung auf constanter höherer Temperatur, so sollen wasserfreie Krystalle kommen.



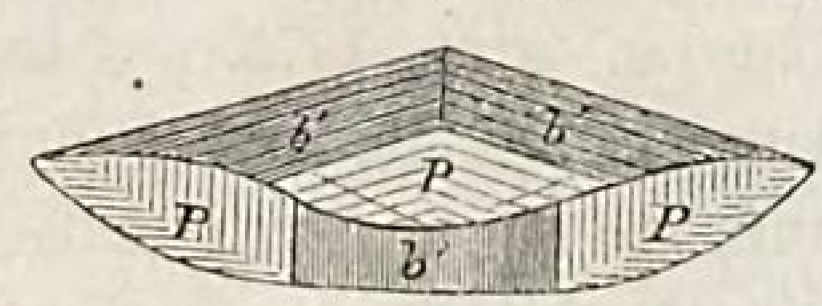
$a = 1{,}233 = \sqrt{1{,}521}$, $\lg a = 0{,}09107$, $107^0\,25'$ Endkantenwinkel. Er wächst nur in glatten Rhomboedern mit deutlich blättrigem Bruch, zu **Hall** meist das 2te schärfere Rhomboeder $\frac{1}{4}a : \frac{1}{4}a$ mit Geradendfläche. Härte = 4, Gew. 2,9, Glanz stärker als bei Kalkspath, die aus dem Alpinischen Talkgebirge sind stark gelb gefärbt durch Eisenoxydhydrat.

Hauptsächlich zwei Vorkommen zu unterscheiden: der am leichtesten erkennbare findet sich im Steinsalzgebirge von Hall in Tyrol in Anhydrit (Hallit Lévy I. 124) eingesprengt: kleine schwarze scharfe Rhomboeder mit Geradendfläche, aber auch in großen späthigen Massen, die durch ihre Schwärze dem Anthrakonit gleichen, aber mit Säuren nicht brausen, und durch ihre Geradendfläche sich verrathen. Stromeyer fand darin 89,7 $\dot{Mg}\,\ddot{C}$, 8 $\dot{Fe}\,\ddot{C}$, 2,4 $\dot{Mn}\,\ddot{C}$, 0,11 Kohle. Schwerer zu unterscheiden sind die aus

dem Alpinischen Hochgebirge, eingesprengt in Talk- und Chloritschiefer, es sind die um und um gebildeten einfachen Hauptrhomboeder, gewöhnlich von weingelber Farbe, durch das oxydirte Eisen, welches bei den Fassathälern auf 17 $\dot{F}e\,\ddot{C}$ steigt. Die $\dot{M}g\,\ddot{C}$ fällt dann zwar auf 83 p. C., allein der Kalk soll gänzlich fehlen, während die ganz gleich vorkommenden Dolomitspathe wieder bedeutende Mengen davon haben. Breithaupt (Pogg. Ann. 80. 313) bestimmte einen aus dem Serpentin vom Hofe Lofthuus bei Snarum zu 107° 28', der nur 0,78 $\dot{F}e$ neben 47,3 $\dot{M}g$ enthielt. Auch im Meteorstein von Orgeuil, gefallen 14ten Mai 1864, finden sich kleine Rhomboeder.

In kochender Salzsäure lösen sie sich leicht, und wenn man die Lösung mit Ammoniak neutralisirt, so gibt Oxalsäure keinen Niederschlag, wegen Mangel an Kalkerde. In Säuerlingen viel löslicher als Kalkspath. Das schwankende des Eisengehaltes fällt sehr auf und führt uns unmittelbar zum

Mesitinspath Breith., in Drusenräumen mit Bergkrystall und weißem Dolomitspath zu Traversella in Piemont, bildet linsenförmige Krystalle, indem zum Blätterbruch P scheinbar noch das nächste stumpfere Rhomboeder mit starker Diagonalstreifung kommt, in Folge von treppenförmigem Zurücktreten des Hauptrhomboeders. Die gelblich braune Farbe nähert ihn schon dem Spatheisenstein. Das höhere Gewicht 3,4 rührt vom Eisen. Stromeyer gab darin $\dot{M}g\,\ddot{C} + \dot{F}e\,\ddot{C}$ an, was 56 $\dot{F}e\,\ddot{C}$ geben würde; Fritsche fand nur 48 $\dot{F}e\,\ddot{C}$, d. h. $2\,\dot{M}g\,\ddot{C} + \dot{F}e\,\ddot{C}$. Immer aber bleibt er Vermittler zwischen Bitterspath und Spatheisenstein (μεσίτης). Dagegen fand sich zu Thurnberg bei Flachau im Salzburgischen ein stark gebräuntes Fossil mit 107° 18' in den Endkanten, was nun $\dot{M}g\,\ddot{C} + \dot{F}e\,\ddot{C}$ sein soll, und daher von Breithaupt Carbonites Pistomesites (Pogg. Ann. 70. 146, πιστός gewiß) genannt wird. Es sind dieß alles Eisenbitterspäthe, die geglüht dem Magnete folgsam werden, aber stark verknistern. Die Salpetersäure-Lösung gibt mit Ammoniak einen starken Niederschlag von $\dot{F}e$, Oxalsäure keinen wegen des Mangels an Kalk, dagegen Phosphorsaures Natron beim Zusatz von Ammoniak einen weißen krystallinischen Niederschlag von basischphosphorsaurer Ammoniak-Talkerde (Struvit).



Magnesit heißt die dichte $\dot{M}g\,\ddot{C}$, mager, nicht selten von schneeweißer Farbe, erdig oder homogen wie Kalkstein, Gew. 2,8—3, Härte 0—5. Mit Meerschaum und Serpentin in engster Beziehung, wenigstens scheint er durchgängig ein Verwitterungsprodukt aus Silicaten zu sein. Daher neben Kohlensäure auch noch Kieselerde, denn opake Stücke in Säure geworfen werden unter Entwickelung von $\ddot{C}$ gallertartig durchsichtig, indem die Kieselerde (in Verbindung mit etwas Talkerde) zurückbleibt. Hier hat sich die $\ddot{C}$ noch nicht der ganzen Base bemächtigt. Doch findet man an demselben Fundorte Stücke, die in heißer Säure plötzlich

auseinanderfahren und sich vollkommen lösen, in solchen von Baumgarten, die Gänge im Serpentin bilden, fand Stromeyer 50,2 $\ddot{C}$, 47,3 $\dot{M}g$, 1,4 $\dot{H}$. Sie liegen dort in Löchern, worin Hornblende, Broncit, Feldspath ꝛc. ursprünglich das Material hergaben (Jahrb. 1875. 630). Dieselben sind zuweilen so rein, daß Scheerer und Marchand (Journ. prakt. Chem. L. 385) darnach das Atomgewicht des Magnesium bestimmen konnten. Da nun auch der Serpentin und Meerschaum Kohlensäure aufnimmt, so ist ein vollkommener Uebergang unläugbar, zumal da das Serpentingebirge von Schlesien (Baumgarten), Mähren (Hrubschitz), Steiermark (Kraubat) ꝛc. das Muttergestein bildet. Die Mährischen gleichen zum Theil einem dichten Kalkstein von gelblicher Farbe, aber brausen nicht in kalter Säure. Kieselmagnesit aus dem Serpentin von Baldissero und Castellamonte in Piemont soll 12 $\dot{H}$, 14,2 $\dddot{S}i$, 26,3 $\dot{M}g$ und 46 $\ddot{C}$ haben. Ausgezeichnete schneeweiße Knollen in den Spalten des Basaltes von Sasbach am Kaiserstuhl enthalten 47,7 $\dot{M}g$, 4,6 $\dot{H}$ und nur wenig Kalk, heißen daher Hydromagnesit. Pinolit (Rumpf, Tschermak Mineral. Mitth. 1873. 265) kommt in linsenförmigen krystallinischen Einlagerungen des alpinen Thonschiefers von Steiermark und Salzburg vor, hat auch 45 $\dot{M}g$ mit etwas Eisen. Er bildet reguläre sechsseitige Säulen mit Geradendfläche. In Persien wird nach Göbel viel kalk- und wasserhaltiges Bitterspathmehl (Thon von Giveh) gegessen (Jahrb. 1865. 334). Im tertiären „Pfohsande“ von Oberschwaben liegen Massen schneeweißer „Brauseknollen“, die wesentlich kohlensaure Magnesia enthalten.

3. Dolomitspath.

Seine ideale Formel $\dot{C}a\,\ddot{C} + \dot{M}g\,\ddot{C}$ bildet die Mitte zwischen Kalk- und Bitterspath, Hausmann nannte ihn daher nicht unpassend Bitterkalk. Ursprünglich wurde der Name zu Ehren Dolomieu's in Saussure's Alpenreise für Gesteine gebraucht, allein da sich in deren Drusenhöhlen unsere Krystalle finden, so ist eine Uebertragung des Namens nothwendig geworden. Uebrigens mischt sich Bitter- mit Kalkerde in so mannigfachen Graden, daß auch hier eine scharfe Trennung unmöglich scheint, trotzdem daß sie sich künstlich nur schwer zusammenbringen lassen, und reine $\dot{M}g\,\ddot{C}$ in der Natur so außerdentlich selten ist, Silliman Amer. Journ. XXVII. 170.

$$a = 1{,}2016 = \sqrt{1{,}444},\ \lg a = 0{,}07975,\ 106^0\ 15'\ \text{Endk.}$$

Die einfachen Rhomboeder kommen eingesprengt im Chloritschiefer der Alpen vor, und sind dann schwer von den gleich gelagerten Bitterspathen zu unterscheiden, nur pflegen sie wegen geringeren Eisengehalts ungefärbter zu sein. Werner vermischte alle unter dem Namen Rautenspath, auch Bitterspath wird für sie gebraucht. Leichter zu unterscheiden sind dagegen die Exemplare in Drusenräumen, wie die prachtvollen Krystalle von Traversella. Das Hauptrhomboeder hat sehr glänzende Flächen,

was beim Kalkspath nicht leicht vorkommt, dazu gesellt sich an den Kanten die 2te Säule und der gewöhnliche Dreikantner a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$a. Dufrénoy maß auch das nächste stumpfere Rhomboeder 2a' : 2a' : ∞a 135° 37' und das nächste schärfere $\frac{1}{2}$a' : $\frac{1}{2}$a' : ∞a 77° 22', was genau zum Hauptrhomboederwinkel stimmt. Sella (Mem. Accad. Torino. 1856 XVII) gibt die erste Säule a : $\frac{1}{2}$a : a : ∞c, Rhomboeder $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{3}$a, $\frac{2}{5}$a' : $\frac{2}{5}$a', $\frac{1}{4}$a : $\frac{1}{4}$a, Dreikantner $\frac{2}{3}$a : $\frac{1}{4}$a : $\frac{2}{5}$a, und besonders verwickelte Zwillinge an, welche die Geradendfläche gemein haben. Etwas härter 3—4 und schwerer 2,85—2,9 Gew. als Kalkspath.

In kalter Salzsäure entwickeln größere Stücke nur wenige Blasen, das unterscheidet ihn leicht vom Kalkspath, während die ammoniakalisch gemachte Lösung sowohl mit Oxalsäure (Kalk), als mit phosphorsaurem Natron (Magnesia) einen Niederschlag gibt. Auch fehlt es gewöhnlich nicht an etwas $\dot{F}e$ und $\dot{M}n$. Normaldolomit sollte 54,35 $\dot{C}a\ \ddot{C}$ + 45,65 $\dot{M}g\ \ddot{C}$ enthalten. Je nach dem Vorkommen hat man viele Varietäten zu machen.

Die glattflächigen Rhomboeder kommen eingesprengt in dem Talk- und Chloritschiefer des Alpinischen Hochgebirges, oder auf Gangklüften mit Bergkrystall in Tyrol, der Schweiz, Piemont &c. vor. Zu Traversella brechen sie mit Mesitinspath. Besonders wichtig sind die kleinen Krystalle in Drusenräumen der Dolomitfelsen. Lokalnamen wie Tharandit von Tharand in Sachsen, und der ältere Miemit von Miemo in Toskana erregen kein Interesse.

Dolomitfelsen, zuerst in der Schweiz von Dolomieu (Journ. phys. 1791) ausgezeichnet, der darunter jene weißen Gebirgsarten von feinem sandartigem Korn, das gleich dem Cipollino pag. 499 von Streifen grünen Talkes durchzogen wird, verstand. Bei Campolongo und im Binnenthal (Hugard Compt. rend. 1858. 47. 1261) das Muttergestein der seltensten Minerale. Vieler sogenannter Urkalk ist mehr oder weniger dolomitisch, ja Klaproth (Beitr. IV. 222) fand sogar eine antike Statue von schneeweißem Marmor mit 48 $\dot{M}g\ \ddot{C}$, nach Inostranzeff (Jahrb. 1872. 976) sollen in Dünnschliffen nur die Kalkspathkörner Zwillingsstreifen zeigen, die Bitterspathkörner nicht. Besonderes Interesse bekam der Dolomit des Flözgebirges durch die klassische Arbeit L. v. Buch's (Abh. Berl. Akad. 1822), diese Felsen pflegen mehr gelblich durch Eisenocker (Fassathal), oder grau und dunkelfarbig durch Bitumen (Muggendorf) zu sein. Sie haben ebenfalls ein feines Zuckerkorn, und sind von Drusenräumen durchzogen, in welchen kleine aber sehr deutliche Rhomboeder liegen. Wegen ihres magern Anfühlens hat sie der Bergmann Rauhkalk genannt, und in England heißen sie nach ihrem Gehalt Magnesia-Limestone. Sie sind häufig von Höhlen durchzogen, denn viele werden durch Verwitterung so mürbe, daß man sie mit dem Finger zerdrücken kann. Dadurch entsteht Dolomitsand. Kein Gestein ist zu kühnen Felsenbildungen geneigter, als dieses: im Fassathal finden sich 2000' hohe Steinwände; historisch berühmt der Dolomitpaß von Pancorbo nordöstlich Burgos, der aus dem Ebro- in das Duerogebiet führt; im kleinen aber kühnen

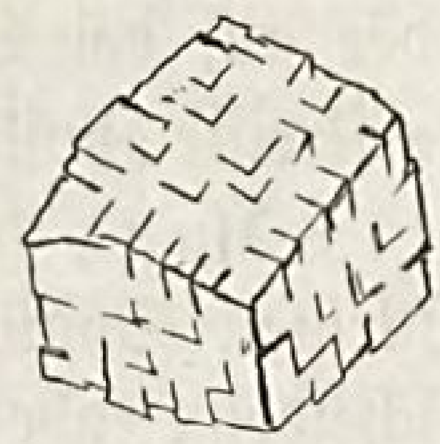
Maßstabe finden wir es in der fränkischen Schweiz (Wiesent) und in der schwäbischen Alp. Man kommt hier öfter auf die Vermuthung, als wenn durch Auslaugung und Quellenzufuhr das Gestein seinen sporadisch sandigen Charakter angenommen hätte.

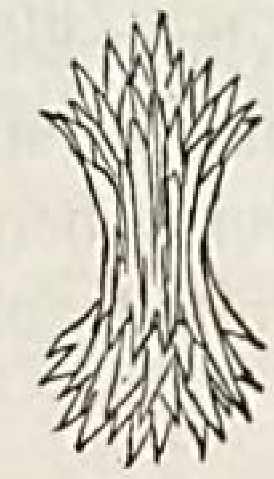
Dichter Dolomit vom Aussehen des Kalksteins theils mit ebenem, theils mit splittrigem Bruch, aber braust nicht stark mit Säure und ist schwerer als Kalk. Zu Aggsbach ohnweit Gurhof (Land unter der Ems) und Hrubschiz kommt er im Serpentingebirge vor (Gurhofian 30 $\dot{Ca}$, 22 $\dot{Mg}$, 16 $\ddot{C}$). Die dichten Steinmergel des Keuper mit feinsplittrigem Bruch enthalten 41 $\dot{Ca}\,\ddot{C}$, 25 $\dot{Mg}\,\ddot{C}$. Ja die Bittererde scheint so verbreitet, daß man ähnliche Gesteinsreihen, wie beim Kalkstein aufstellen könnte; noch in den jüngsten Kalkbildungen, den tertiären Süßwasserkalken, fehlt sie nicht: bei Dächingen (Oberamt Ehingen) auf der Alp findet sich ein zerreibliches Gestein, aus welchem eine schneeweiße Kreide abgeschlämmt wird, die nach Dr. Leube (Leonh. Jahrb. 1840 pag. 373) 45 $\dot{Mg}\,\ddot{C}$ auf 54 $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ enthält, also ein normaler Dolomit ist. Man merkt dies auch schon mit Säure, da sie nicht so stark als Kreide braust. Es kommen in dem Zechstein auch oolithische Bitterkalke vor und was dergleichen mehr.

Der Bittererdegehalt der Kalksteine wechselt außerordentlich, und man kann das durch chemische Formeln nicht festhalten. Die meiste dieser Bittererde hat das Gebirge wohl gleich aus dem Urmeer bekommen, welche die Niederschläge erzeugten. Andere Male gewinnt die Sache jedoch den Anschein, als wäre Bittererde dem Gebirge erst auf irgend eine Weise zugeführt: ältere Hypothesen sagten, aus dem Innern der Erde, wo das Centralfeuer wahrscheinlich so heiß sei, daß mit Hülfe glühender Wasserdämpfe Magnesia verflüchtigt werden könnte, was directen chemischen Versuchen gerade nicht widerspricht, denn Durocher (Compt. rend. 33. 64) konnte Chlormagnesium in glühendem Flintenlauf verflüchtigen und aus Kalkstein eine Art Dolomit erzeugen. Nach Hoppe-Seyler (Ztschr. d. geol. Ges. 1875. 520) erforderte er wenigstens eine Temperatur von 200°, wobei Vulkane die Hitze, das Meer Kalk und Magnesia lieferten. Dagegen hat Morlot (Haidinger, Naturwiss. Abh. Wien. 1847) geltend gemacht, daß wenn man unter einem Druck von 15 Atmosphären Bittersalzhaltiges Wasser ($\dot{Mg}\,\dddot{S}$) über Kalkspath gieße, so bilde sich Gyps ($\dot{Ca}\,\dddot{S}$), also auch $\dot{Mg}\,\ddot{C}$, die dann mit $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ zusammen krystallisiren könnte. Das Experiment fällt auf, da bei gewöhnlichem Luftdruck der Prozeß bekanntlich umgekehrt ist: Dolomit wird durch Gypswasser zersetzt, es bildet sich $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ und Bitterwasser geht fort, weil Bittersalz löslicher als Gyps ist. Letztere Zersetzung geschieht besonders lebhaft, wenn man den Dolomit vorher glüht, und aus der Luft wieder Kohlensäure anziehen läßt, worauf neuerlich eine Methode zur Bittersalzbereitung gegründet ist. Dolomit schwach erhitzt, so daß nur Magnesia ihre $\ddot{C}$ abgibt, cementirt unter Wasser schnell zu einem harten Stein pag. 496.

Braunspath Werner, eines der merkwürdigsten Minerale der Erz-

gänge; Bitterkalk, der wegen seines bedeutenden Gehaltes an Eisen und Mangan den Uebergang zum Spatheisenstein bildet, daher durch Verwittern auch leicht braun und schwarz wird, was der Name andeutet. Rhomboeder gewöhnlich **sattelförmig** gekrümmt, weil sie trotz ihrer geringen Größe aus lauter kleinen ungefähr parallel nebeneinander gelagerten Individuen bestehen. Sie sind daher selten meßbar. Wenn andere Formen vorkommen, so krümmen sich auch diese zu Nieren- und **Garbenförmigen** Gestalten. Der Glanz ist häufig stark perlmutterartig, Perlspath Hauy Mém. de l'Acad. roy. 1782. Härte und Gewicht weicht nicht wesentlich vom vorigen ab, nur was der größere Erzgehalt mit sich bringt.





Auf Erzgängen überkrusten sie alles, was im Wege liegt, besonders Kalkspath, Quarz und Flußspath, aber mit so dünner Rinde, daß die Krystallform darunter noch kenntlich bleibt. An Kalkspäthen ordnen sich die kleinen Braunspathrhomboeder immer so, daß der Spiegel des blättrigen Bruchs mit dem des Kalkspaths fast zusammenfällt. So kamen sie außerordentlich schön auf der Silbergrube Wenzel im Schwarzwalde vor. Häufig widersteht nun der Braunspath den Zersetzungsprozessen mehr als die Unterlage, dann entstehen Krystallhöhlen, die zu den sogenannten „Verdrängungs-Pseudomorphosen" den Anlaß gaben, aber kein sonderliches Interesse weiter bieten. Auffallend sind außerdem die verschiedenen Niederschläge auf einer Stufe: man kann nicht selten dreierlei bestimmt von einander gesonderte Varietäten erkennen, dazu nimmt denn wohl noch der Kalkspath etwas im Ansehen von ihnen an, so daß eine ganze Gangformation im Kleinen uns vor Augen gelegt ist. Diese Bildung mit so schlagenden Kennzeichen zeigt sich auch in Drusenräumen des Flözgebirges, besonders in Kammern von Ammoniten, die nur auf nassem Wege erzeugt sein können, was ein bedeutendes Licht auf die Entstehung der Erzgänge wirft.

Vor dem Löthrohr brennen sie sich schwarz, auch die weißen thun dies, obgleich im mindern Grade. Es gehört aber ein nicht gewöhnlicher Eisengehalt dazu, wenn die gebrannten Stücke dem Magnete folgen sollen. Man gibt ihm die Formel $(\dot{C}a, \dot{M}g, \dot{F}e, \dot{M}n) \ddot{C}$. In kalter Salzsäure braust er nicht, neutralisirt man die Lösung mit Ammoniak, so fällt Schwefelammonium Eisen und Mangan als Fe S und Mn S. Der Eisen- und Mangangehalt ist sehr verschieden, denn manche werden durch Verwitterung ganz schwarz, wie Spatheisenstein. Von festen Grenzen kann nicht die Rede sein.

Sattelförmige Krystalle unter allen die verbreitetsten und gewöhnlichsten. Der stängliche hat gern nieren- und traubenförmige Oberfläche. Zu Kapnik und Schemnitz kommen eigenthümlich fasrige vor. Blättriger Braunspath in derben etwas krummflächigen Stücken, die zwar Kalkspath auffallend gleichen, aber viel schwächer brausen. Dazu gehören besonders die rothen von Freiberg. Der weiße oder rosenrothe

Spartait, mit 104° 57′ in der Rhomboederkante nach Breithaupt, bildet das Ganggestein des Franklinit in New-Yersey. Haidinger's Ankerit, der auf den Lagern des Spatheisensteins von Steiermark (Eisenerz) häufig gestreifte Zwillinge mit Wiederholungen macht, hat schon 35,3 $\dot{F}e\,\ddot{C}$, 3 $\dot{M}n\,\ddot{C}$, 11,8 $\dot{M}g\,\ddot{C}$, 50 $\dot{C}a\,\ddot{C}$. Der dortige Bergmann nennt den oft kaum gefärbten Spath Rohwand, Wandstein. Lokal mag man das unterscheiden, aber Mineralspecies darf man daraus nicht machen. Hauy Lehrb. Min. IV. 143 hielt die Dinge für verunreinigten Kalkspath, der wie beim krystallisirten Sandstein von Fontainebleau pag. 479 die Form hergab, während er den Spatheisenstein l. c. pag. 154 für Afterkrystalle von Kalkspath hielt, wozu der Spath perlé die Brücke bildete.

4. Spatheisenstein $\dot{F}e\,\ddot{C}$.

Eisenspath, Stahlstein, Siderit (*σίδηρος* Eisen), Sphärosiderit, Chalybit, Fer carbonaté. Enthält etwa 48 p.C. Ferrum.

$a = 1{,}2246 = \sqrt{1{,}5}$, lga = 0,08800, 107° 6′ Endk. Wollaston. Selten etwas anderes als das Hauptrhomboeder $c : a : a : \infty a$ und das nächste stumpfere $c : 2a' : 2a' : \infty a$, und auch diese gern krummflächig. Zuweilen reguläre sechsseitige Säulen mit Geradendfläche und Dreikantner $c : a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$, Lévy beschreibt von Cornwallis sogar ein scharfes Rhomboeder $e^{\frac{3}{2}} = \frac{1}{5}a' : \frac{1}{5}a'$, Breithaupt an Lobensteinern ein Dihexaeder $c : \frac{3}{4}a : \frac{3}{8}a : \frac{3}{4}a$. Das unveränderte Erz sieht zwar lichtfarbig aus, allein durch die leichteste Verwitterung tritt gleich ein opakes Gelb und Braun ein, das sich bis ins Braunschwarze steigert, was in der Erkennung sehr leitet. Glanz und Härte 4 nicht bedeutender als bei den Bittererdehaltigen Rhomboedern, dagegen deutet das höhere Gewicht 3,8 auf eine Metallbasis.

Vor dem Löthrohr brennen sie sich daher nicht blos schwarz, sondern folgen auch dem Magnete, und fast alle zeigen eine starke Reaction auf Mangan, das sich in den seltenen Vorkommen von den Zinnsteingängen zu Ehrenfriedersdorf im Erzgebirge auf 25,3 $\dot{M}n$ steigert, was etwa zur Formel 3 $\dot{F}e\,\ddot{C}$ + 2 $\dot{M}n\,\ddot{C}$ führt. Im Durchschnitt haben sie aber viel weniger, 10 p.C. das berühmte Erz von Stahlberg bei Müsen im Siegenschen und Neudorf auf dem Unterharz, also etwa 4 $\dot{F}e\,\ddot{C}$ + $\dot{M}n\,\ddot{C}$, während der Sphärosiderit von Steinheim bei Hanau nur 1,9 $\dot{M}n$ hat, also fast reines $\dot{F}e\,\ddot{C}$ ist. Außer Mangan kommt auch $\dot{C}a$ und $\dot{M}g$ vor. Die schönen Krystalle von Neudorf enthalten 7,6 $\dot{M}g\,\ddot{C}$ und 5,4 $\dot{C}a\,\ddot{C}$. Rolle spielt die Talkerde in den Spatheisensteinen des Hochgebirges, die von Allevard Dep. Isère haben 15,4 $\dot{M}g$, und führen dann zum Mesitinspath pag. 505. Kalkerde wird meist in geringern Portionen angegeben. Wenn man nun bedenkt, wie oft Analysen, selbst bewährter Chemiker, zu auffallend andern Resultaten führen, so kann von einer sichern Feststellung nicht die Rede sein.

Das Hauptgewicht beruht auf dem Mangangehalt, und da sich das

Mineral in kochender Salzsäure leicht löst, so darf man die Lösung nur schwach ammoniakalisch machen, so fällt Schwefelammonium Schwefeleisen und Schwefelmangan. Das frische Erz sieht immer lichtfarbig aus, allein durch Verwitterung und besonders durch den Einfluß von Regen und Sonnenschein wird es bald braun, und zuletzt bei bedeutendem Mangangehalt ganz schwarz: es werden Afterkrystalle von Manganhaltigem Brauneisenstein. Die Arbeiter nennen es in diesem Zustande reif, und die mächtigsten Gänge sind auf solche Weise zersetzt worden. Bei Gängen, wo die Erze noch nicht reif sind, schüttet man dieselben auf Haufen und läßt sie Jahrelang verwittern.

Späthige kommen in sparsamer Menge auf Erzgängen vor, wie die schönen Krystalle von Neudorf, Stollberg, Lobenstein rc. Dieselben haben jedoch gewöhnlich eine körnige Erzmutter, die den Gang in größern Massen erfüllt, und die dann zu mächtigen Bergstöcken anschwellen kann, wie das weiße unreife Erz vom Stahlberge bei Müsen im Grauwackengebirge und das schwarze reife vom Knappenberge bei Hüttenberg in Kärnthen. Cornwallis und Sommersetshire geben besonders gute Erze zum Bessemerproceß, sie enthalten 29 $\dot{F}e$ und 23 $\dot{M}n$. Der Erzberg bei Eisenerz in Steiermark, 2,600′ über der Thalsohle, besteht zwischen Uebergangsgebirge und buntem Sandstein bis zu 90 Klafter aus diesem wichtigen Erz, daher rühmt schon Plinius das Norische Eisen, und noch heute genießt Steiermark in der Eisenhüttenkunde eines hohen Rufes. Zu Yrun an der Bidessoa am östlichen Ende der Pyrenäen setzt ein 4 m mächtiger Gang im Syenit auf, frei von Phosphor und Schwefel dient er vorzüglich zum Bessemerstahl. Da es in Deutschland kein besseres Eisenerz gibt, so wird es allgemein als Stahlerz ausgezeichnet. Bei mächtigen Stöcken erreicht das Korn die Feinheit des Marmor. Die Eisenindustrie von Siegen, Sollingen, Remscheid, Altena, Suhl, Schmalkalden beruht auf dem aus dem Stahlerz von Müsen mit Holzkohle und kalter Luft erblasenen Roheisen. Das Spanische Spiegeleisen mit 13 Mn und 5 C macht jetzt Concurrenz.

Sphärosiderit nannte Hausmann den „strahligen Spatheisenstein“ (Klaproth Beitr. VI. 315) von Steinheim bei Hanau, Blasenräume im Basalte erfüllend. Darin bilden sich fasrig-krummblättrige Parthieen mit halbkugeliger Oberfläche aus, die zu dem Namen veranlaßten.

Thoneisenstein (thoniger Sphärosiderit) heißt die dichte homogene durch Thon verunreinigte Masse, welche plattig und in Geoden besonders zwischen dem Schieferthon der jüngern Steinkohlenformation sich einlagert. Unverwitterte gleichen einem fahlgrauen Steinmergel, durch Verwitterung werden sie aber braun und roth. Schon das höhere Gewicht, was meist über 3fach hinausgeht, läßt ihren Werth vermuthen. Geoden pflegen reicher zu sein, als zusammenhängende Platten. Im Durchschnitt geben sie 33 p. C. Eisen, das aber zur Stahlbereitung nicht brauchbar ist. Lebbach und Börschweiler im Saarbrücken'schen sind reich, ärmlicher die Geoden in der Jura- und Kreideformation. Das Cleavelanderz

8'—10' mächtig im obern Lias δ unter dem Posidonienschiefer von Yorkshire mit grünen oolithischen Punkten gibt der am Tees neuerstandenen Stadt Middleborough heutiges Tages das Uebergewicht, wo in 120 Hochöfen, jeder täglich 1000 Ctr. Roheisen liefernd, ein Drittel sämmtlichen Eisens der Welt gewonnen wird, wodurch der Schwerpunkt von Südschottland nach Yorkshire verrückt ist. Ein Deutscher Volkow machte die Entdeckung. Thoneisenstein kommt in dem Kohlengebirge von Südwallis, Dudley und Glasgow gerade nicht in solchem Uebermaß, aber doch in genügender Menge vor, so daß England mehr Eisen erzeugen kann als die ganze übrige Welt. Schon 1853 gewann es in 400 Hochöfen 50 Millionen Centner Roheisen, 1860 80 Millionen im Werth von 12 Millionen Pfund Sterling, 1872 sogar 135 Millionen Centner, wovon $\frac{2}{3}$ auf Thoneisenstein kommen. In Schottland allein wurden 1852 in 143 Oefen über 15 Mill. Centner producirt, der Centner kostete 1851 ungefähr $^2/_3$ Thlr. oder 1 fl. 11 kr. Im Clyde-Thal zählt man 64 Schichten übereinander. Besonders verunreinigt aber sehr lagerhaft ist das Schottische

Blackband (Kohleneisenstein), beliebig gemengt mit Schieferthon und Kohle, aber sehr arm an Mangan. Es liefert vorzügliches Gußeisen, was Schottland den Weltruf gab, das Maximum mit 1,200,000 Tons wurde 1870 gewonnen, jetzt geht es aus. Bei Bochum in Westphalen sind die Flöze, 16"—66" mächtig, lange übersehen und mit verhärtetem Schieferthon verwechselt. Manche halten 50—78 p.C. dichten Spatheisenstein.

Mischt sich zu den Krystallen $\dot{M}g\,\ddot{C}$, so knüpfen sie an den Mesitinspath an, wie Breithaupt's Sideroplesit aus dem Grünstein des Voigtlandes. Gew. 3,6, Endkantenwinkel 107° 6', Zusammensetzung $\dot{F}e^2\dot{M}g\ddot{C}^3$.

5. Manganspath $\dot{M}n\,\ddot{C}$.

Nicht zu verwechseln mit Mangankiesel pag. 315, nach seiner Farbe rother Braunstein, Rosenspath, Rhodochrosit genannt. Diallogit.

$a = 1{,}204 = \sqrt{1{,}483}$, $\lg a = 0{,}08057$, Endk. 106° 51' Phill.

Das nächste stumpfere Rhomboeder $c : 2a' : 2a' : \infty a$ nicht selten, auch ein Dreikantner $c : a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$ wird angeführt. Im Eisenstein von Oberneisse in Nassau kommen rothbraune dreigliedrige Oktaeder im völligen Gleichgewicht vor, woran die gleichschenklichen Dreiecke einem dritten schärferen Rhomboeder anzugehören scheinen. Je rosenrother die Farbe, desto reiner mögen sie sein, doch kommen auch rosenrothe Kalkspathe, die aber stark brausen. Härte 4, Gew. 3,5.

Findet sich nicht häufig. Chemisch scheint nur der dunkelrothe von Vieille in den Pyrenäen mit 97 p. C. $\dot{M}n\,\ddot{C}$ ächt zu sein, schon die schönen auf den Goldgängen von Kapnik und Nagyag in der nördlichen Gebirgsgrenze von Siebenbürgen gehen auf 90 p. C. herab, ja die Freiberger erreichen nicht einmal so viel. Prachtvoll rosenroth zu Niederscheld in

Nassau. Farbe und sattelförmige Krystalle spielen in den Braunspath über, wozu an letzterm Orte die Beimischungen von $\dot{F}e$, $\dot{C}a$ und $\dot{M}g$ beitragen. Auffallender Weise wird in den Ungarischen gar kein $\dot{F}e$ angegeben, wohl aber an 10 $\dot{C}a\,\ddot{C}$, daher pflegt man sie auch ($\dot{M}n$, $\dot{C}a$) $\ddot{C}$ zu schreiben, während die Freiberger mehr Manganhaltige Braunspäthe sein dürften. Wie diese zeigen sie dann auch Neigung, nierenförmig sich auszubilden. Solche Sachen sondern sich schalig ab, auch mischen sie sich, wie z. B. am Büchenberge bei Elbingerode, mit Kieselsaurem Manganoxydul, welches Werner ursprünglich Manganspath nannte.

6. Galmei $\dot{Z}n\,\ddot{C}$.

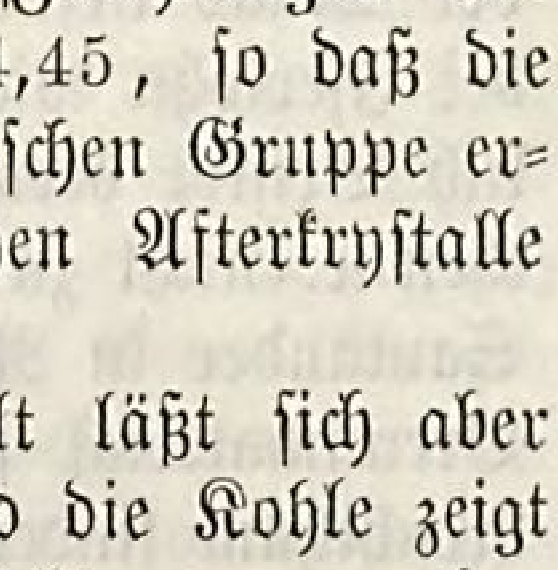
Cadmia fossilis Calmei Agricola pag. 609 und 704. Calamine, Gialla mina · gelbes Erz. Zinkspath. Man darf ihn nicht mit Kieselzinkerz pag. 448 verwechseln, das Werner auch zum Galmei rechnete.

$a = 1{,}24 = \sqrt{1{,}538}$, lga $= 0{,}09348$, Endk. 107° 40′ Wollast.

Schwer meßbar, weil der blättrige Bruch selten große Ausdehnung hat, doch kommen bei Chessy grasgrüne durchsichtige Rhomboeder von 13 mm Durchmesser vor. Selbst die kleinsten Krystalle sind gewöhnlich rauhflächig. Man kennt schärfere und stumpfere Rhomboeder nebst der 2ten Säule, welche die Seitenkanten des Rhomboeder abstumpft. Diese Krystalle sammeln sich in kleinen Drusenräumen der Zinkhaltigen Gebirgsmasse. Ihr Glanz stark, Härte 5 und Gewicht 4,45, so daß die Hauptkennzeichen das Maximum der ganzen rhomboedrischen Gruppe erreichen. Farbe nicht lebhaft. Am Altenberge bei Aachen Afterkrystalle nach Kieselzinkerz.

Vor dem Löthrohr schmilzt es nicht, der Zinkgehalt läßt sich aber sogleich an dem schönen grünlichen Lichte erkennen, und die Kohle zeigt einen Zinkbeschlag, der kalt wie weißgraue Asche aussieht, warm aber gelblich ist, und beim Daraufblasen leuchtet. Schon in kalter Salzsäure werfen sie viele Blasen, wodurch sie sich von Kieselzinkerz leicht unterscheiden. Die reinen Abänderungen haben 65 $\dot{Z}n$ und 35 $\ddot{C}$. Allein es kommt öfter etwas $\dot{F}e$, $\dot{M}n$ und $\dot{P}b$, da Bleiglanz die Erze gern begleitet. Selten ein kleiner Gehalt an Cadmium, nur in dem wachsgelben von Wiesloch fand sich 3,36 p.C. $\dot{C}d\,\ddot{C}$, solcher Cadmium-Zinkspath vererzt sogar die Muschelschalen (Jahrb. 1858. 289).

Traubiger Galmei von weißlicher, blaulicher, grünlicher Farbe, welcher das Gestein zellig macht, pflegt am reinsten zu sein. Durch die krumme Oberfläche scheint der Blätterbruch durch und da der Querbruch feine Fasern zeigt, so mag auch hier, wie beim strahligen Kalkspath, die Faser der Säulenrichtung entsprechen. Die edlen krystallinischen und traubigen Ausscheidungen werden vom feinkörnigen und dichten Galmeigestein umhüllt. Dasselbe hat häufig ein dolomitisches, aber



stärker glänzendes Aussehen, ist nicht selten durch Eisenocker braun und roth gefärbt, kann aber stellenweis schneeweiß wie Magnesit werden (Kärnthen, Tyrol). Dieses dichte durch Beschreibung wegen seiner vielen Modificationen kaum festzustellende Gestein liefert in Verbindung mit Kieselzink das wichtigste Zinkerz. Das berühmteste bricht im Muschelkalke von Tarnowitz und Beuthen in Oberschlesien, der daher bislang das meiste Zink in Europa lieferte: der Galmei bildet ein mächtiges Lager zwischen Sohlen- und Dachgestein (Epochen der Natur pag. 493), letzteres ist dolomitisch. Reines kohlensaures Zink selten, gewöhnlich mit kieselsauren gemischt. Die Hauptsache ist zinkhaltiges Brauneisen. Der zinkhaltige eisenschüssige Dolomit heißt rother, das zinkhaltige Sohlengestein weißer Galmei. Die Scarleygrube bei Beuthen liefert im Tagebau jährlich $1\,^1/_2$ Millionen Centner, Römer Geol. Oberschles. 1870. 545. Preußen gewinnt hier allein $3^1/_2$ Millionen Centner Schmelzerz im Werthe von 8 Silbergroschen den Centner, die im Durchschnitt 18—19 p. C. Rohzink geben. Bei guten Zinkpreisen (pro Centner 6 Thlr.) können noch Erze von 6 p. C. Gehalt mit Vortheil verschmolzen werden, während der beste Stückgalmei 40 p. C. gibt. Auch bei Wiesloch am Südrande des Odenwaldes kamen reiche Anbrüche im Muschelkalke vor, die im weißen Galmei 50 p. C. Zink lieferten. Im Uebergangsgebirge von Aachen (der Altenberg) bildete das Erz eine große Linse, vereinzelte Lager gehen noch längs der Maas tief nach Belgien hinein, und erscheinen auch in Westphalen bei Iserlohn wieder. In England sind besonders die Mendip-Hill's südlich Bristol berühmt, anderer Punkte wie Raibl und Bleiberg in Kärnthen ꝛc. nicht zu erwähnen. Sardinien erzeugt jährlich 600000 Ctr. Zink, Santander in Nordspanien führt viele gute Erze aus, weil es dort an Brennmaterial fehlt. Laurium bei Athen liefert blaugrüne Stufen. Großen Reichthum finden wir in Wisconsin. Die Carbonate scheinen meist aus Blende entstanden zu sein. Die Alten verstanden es unter *καδμία* Plinius hist. nat. 34. 22, zählten dazu aber auch den zinkischen Ofenbruch, der sich bei Hüttenprozessen an den Wänden der Hochöfen absetzt, und aus unreinem Zinkoxyd besteht, cadmia fornacum Agricola 609. Früher benutzte man das eisenfreie geröstete Erz gleich zur Messingfabrikation, schon Aristoteles sagt, daß das Messinöcische Erz glänzend sei wie Gold vermöge einer Erde, womit Kupfer zusammengeschmolzen werde, nur habe es einen andern Geruch. Sage bekam in Pisa Galmei mit Kupferlasur, der im Kohlenpulver sofort Gelbkupfer gab, Hauy Lehrb. Min. IV. 222. Gegenwärtig stellt man aus dem gerösteten Erz erst das regulinische Zink dar. Durch die Röstung wird $\dot{C}$ und Wasser ausgetrieben, das Gestein mürbe gemacht, setzt man nun Kohle zu, so reducirt dieselbe das Zinkoxyd, $ZnO + C = Zn + CO$. Da aber Zink in der Hitze bei 800° flüchtig ist, und sich leicht an der Luft wieder oxydirt (lana philosophica), so muß die Destillation in verschlossenen Gefäßen vor sich gehen. Die ersten Portionen setzen ein braunes Oxyd ab (braun durch den größern Cadmiumgehalt), weil das Cadmium flüchtiger als

Zink ist. Cadmium wird als Farbematerial benutzt. Indium ist Begleiter des Zinks.

Zinkblüthe $\dot{Z}n^3\ddot{C} + 3\dot{H}$ mit 71 $\dot{Z}n$, 13 $\ddot{C}$, 16 $\dot{H}$ scheint ein Zersetzungsprodukt, das schneeweiße Kügelchen auf dem Gestein bildet. Die von Orawitza im Banate haben einen seidenglänzenden Faserbruch, und bilden stellenweis kleine Strahlen und Fasern, welche an Pharmakolith erinnern. Kapnit nannte Breithaupt einen Eisenzinkspath ($\dot{Z}n$, $\dot{F}e$) $\ddot{C}$, der am Altenberge bei Aachen vorkommt, oft mit Brauneisen überzogen ist, Endkanten 107° 7'. Kupferhaltig ist Herrerit; Aurichalcit von Matlock hat sogar neben 42 $\dot{Z}n$ noch 32 $\dot{C}u$. Die Messingblüthe füllt bei Santander mit ihren himmelblauen Strahlen Hohlräume im Galmei, Jahrb. 1866. 599.

Merkwürdiger Weise enthalten auch mehrere Pflanzen der Galmeigebirge Zink (Pogg. Ann. 92. 175): das Galmeiveilchen (Viola calaminaria) bei Aachen ist constant an den Galmeiboden geknüpft, „daß selbst bergmännische Versuche auf die bloße Anzeige dieses Veilchens mit Erfolg unternommen worden sind."

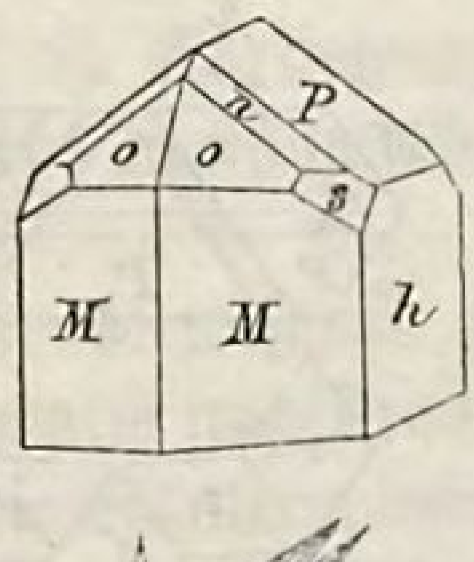
7. Aragonit.

Werner nannte ihn Arragon, weil die ersten Krystalle aus dem Gypse und den rothen Mergeln von Aragonien (Molina) am Südabhange der Pyrenäen kamen, die bereits Romé de l'Isle 1772 unter dem Kalkspath aufführt. Klaproth wies darin 1788 blos $\dot{C}a\ddot{C}$ nach, Bernhardi (Gehlen's Journ. Chem. 1809 VIII. 152) wollte daher beide Kalkspath und Aragonit von einer Primitivform ableiten. Hauy Min. IV. 480 erkannte das nicht an. Zwar fand Stromeyer 1813 noch einen kleinen Gehalt an $\dot{S}r\ddot{C}$, allein nicht in allen, und das Mineral wurde daher bald ein Hauptbeweis für Dimorphismus.

Zweigliedriges Krystallsystem mit vorwiegender Zwillingsbildung. Geschobene Säule M = a : b : ∞c 116° 16' herrscht vor, daran fehlt selten die Abstumpfung der scharfen Kante h = b : ∞a : ∞c, an ihren Querstreifen erkennbar. Ein auf die scharfe Säulenkante aufgesetztes Paar P = b : c : ∞a 108° 28' (Hauy nahm für dieses genau den Winkel des regulären Oktaeders 109° 28'), daraus findet man

$$a : b = 0{,}863 : 1{,}388 = \sqrt{0{,}7447} : \sqrt{1{,}927};$$

$$lga = 9{,}93600,\ lgb = 0{,}14246.$$

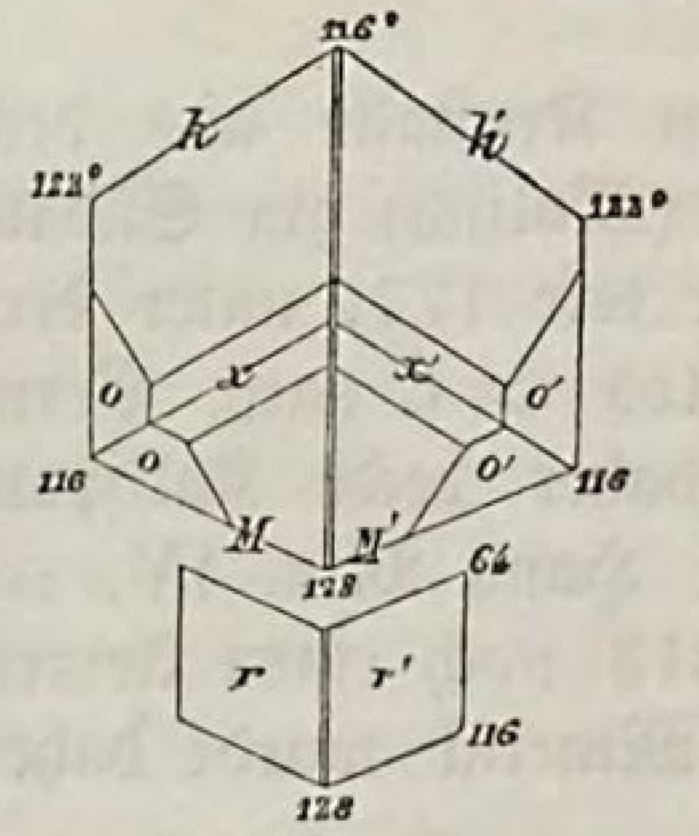


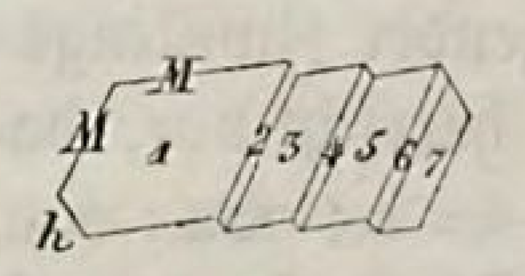
Den **Böhmischen** fehlt das Oktaeder o = a : b : c selten, ist aber etwas rauh; s = a : c : $\frac{1}{2}$b; n = b : c : 2a; häufig über P noch x = c : 2b : ∞a; auch die vordere Kante o/o wird durch u = a : c : ∞b abgestumpft; selten über n in der Diagonalzone von x noch g = $\frac{1}{2}$a : b : $\frac{1}{4}$c, welche Grailich bei Horschenz nachwies. An Spanischen gibt Hauy ein Paar i = c : $\frac{1}{2}$b : ∞a, welche mit M zusammen ein einfaches Oblongoktaeder



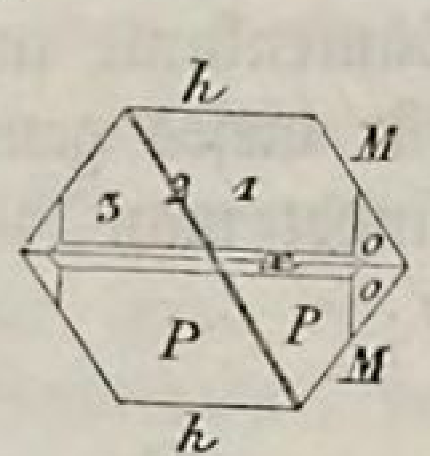
machen; gewöhnlich herrscht aber bei diesen die Geradendfläche r = c : ∞a : ∞b, welche alle andern Endflächen verdrängt. Sehr eigenthümlich sind die spießigen Krystalle (Hauy's Var. apotome), besonders schön auf dem Spatheisensteinlager des Iberges bei Grund am Oberharz, in der Serpentinbreccie des Aostathales. Hauy nahm sie als scharfe Oktaeder a : b : 6c, mit dem Paare c : $\frac{1}{12}$b : ∞a, allein von scharfen Messungen wird kaum die Rede sein können: es sind vielleicht nichts weiter als bauchige Säulen, daher sieht man öfter auch Zwillinge darunter. Schrauf (Sitzb. Wien. Akad. 1870 Bd. 62) geht sogar bis a : b : 20c und a : b : 48c, und bei den „Brachydomen" bis b : ∞a : 32c, b : ∞a : 40c, b : ∞a : 48c. Der „Nadelspath" von Großkamsdorf bei Saalfeld (Pogg. Ann. 126. 147) hat a : b : 6c, a : b : 9c, b : ∞a : 9c. Die Verticalzone der Axe a zeigt noch l 032, v 031, e 051, q 061; Tarnowitzit 112, 123, 126, 215, 243, 425, sogar w 25.27.24 und z 25.27.2 (Websky Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1857. 9. 737).

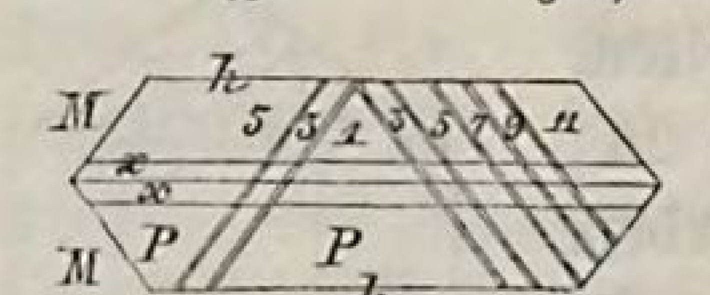
Zwillinge haben die Säule gemein, und liegen umgekehrt. Am leichtesten kann man sie bei den blaß weingelben aus Böhmen studiren, die für den Optiker so wichtig geworden sind. Wir nehmen dabei den Säulenwinkel 116°. Durch das Hinzutreten von h hat sich die Lücke zwischen den beiden Individuen ausgefüllt, und h h' muß wieder den Säulenwinkel einschließen. Dagegen convergiren h'M und h M' unter 6° über dem Säulenwinkel von 116°, denn 128° + 116° + 122° = 366°. Sehe ich daher durch zwei solche nicht parallele Flächen gegen ein Licht, so treten die beiden Bilder um so mehr auseinander, je weiter ich mich davon entferne. Da die Zwillingsgränze nur selten genau durch die Säulenkanten geht, so findet sich auf einer der Säulenflächen öfter ein einspringender Winkel von 180°—6° = 174°.

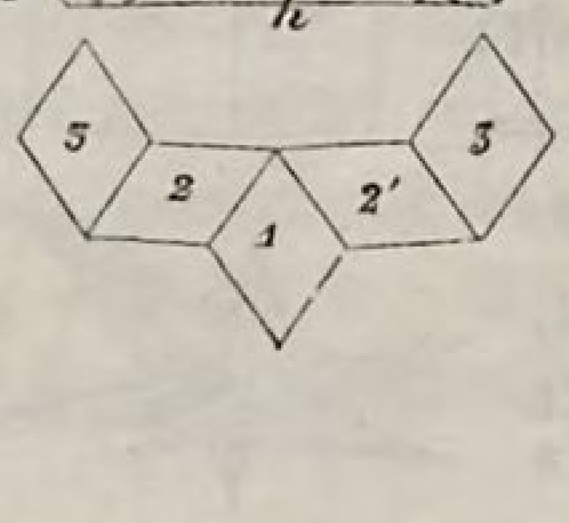




Oefter legen sich ganze Reihen von Individuen an einander, aber so, daß die ungeraden und geraden unter sich parallel gehen: es ist das einfache Folge des gleichen Gesetzes, und man darf solche Reihen nur als Zwillinge nicht als Viellinge betrachten. Die Zwillingsstreifen werden nicht selten so fein, daß man sie mit keiner Lupe zählen kann. Es kommen gar häufig scheinbar ganz einfache Individuen vor, und genau untersucht findet man doch einen Strich 2 durchgehen, dem die beiden Enden 1 und 3 das Einspiegeln ihrer gleichnamigen Flächen verdanken, da 2 sowohl gegen 1 als gegen 3 die Zwillingsstellung einnimmt. Zugleich liegt darin der sichere Beweis, daß der Strich, wie beim Doppelspath ein besonderes Einschiebsel bezeichnet. Selbst Drillinge 122' lenken gleich wieder zum

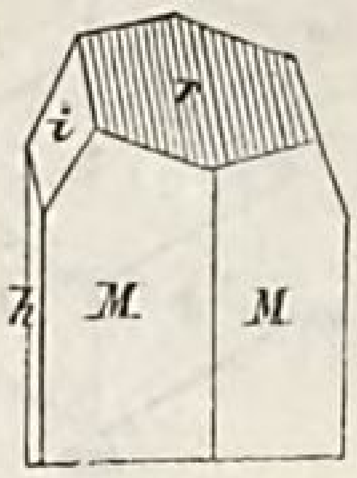


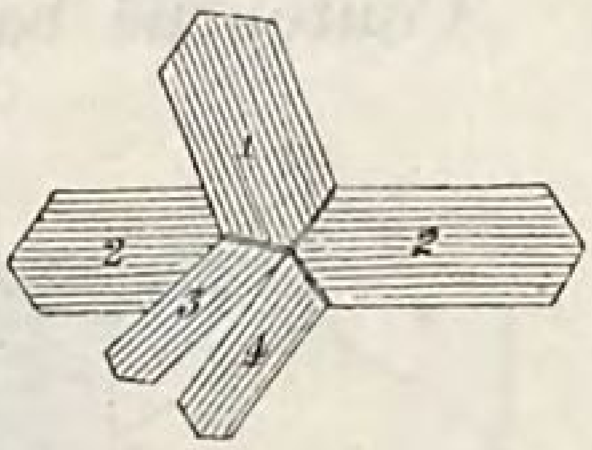


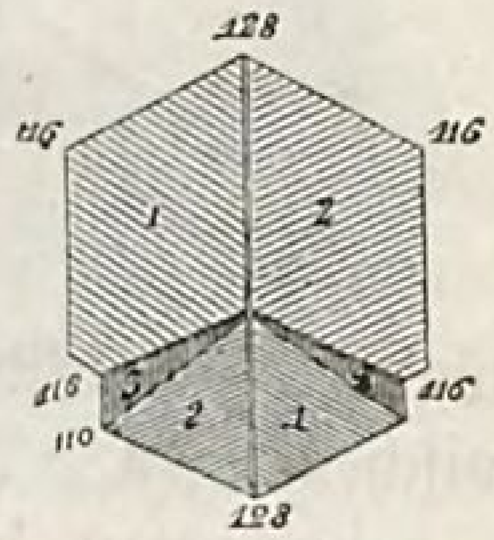


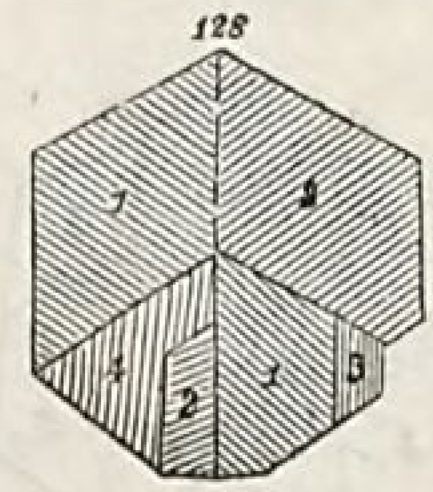
Zwilling ein, wie die Flügel 33 beweisen, die der Drillingskern gleichsam vermittelt.

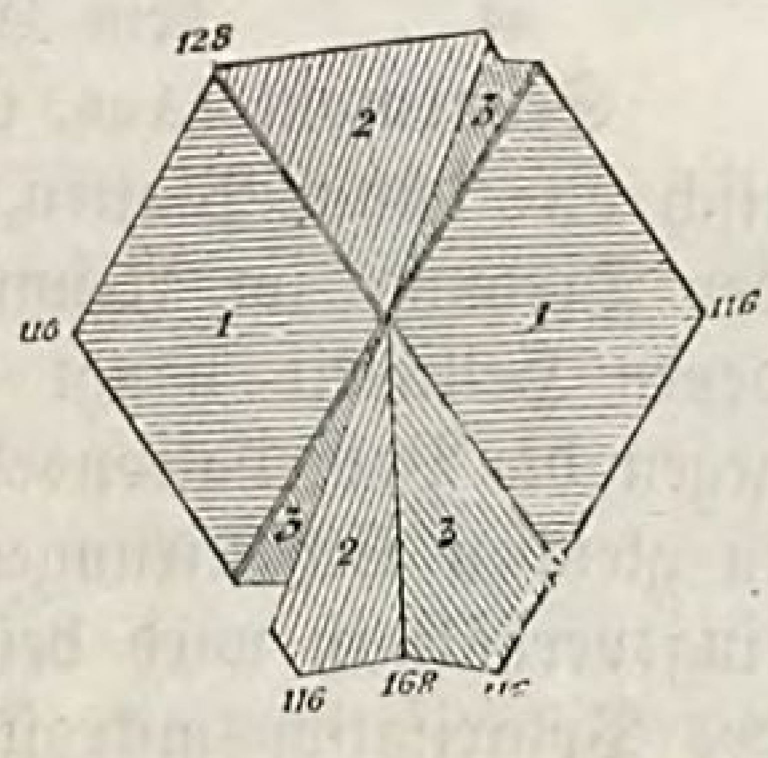
V i e r l i n g e von Leogang und Herrengrund. Bei diesen schneeweißen bis wasserhellen Krystallen herrschen die Flächen Mhr nebst der Zuschärfung i = c : $\frac{1}{2}$b : ∞a, welche auf r eine ausgezeichnete Streifung parallel der Axe a erzeugt, nach der man sich leicht in den Zwillingsverwachsungen orientirt. Bei Leogang kommen treffliche Durchwachsungen vor, darunter zeichnet sich ein Individuum gern durch Größe aus (2), 1 legt sich daran als Zwilling; 3 und 4 sind zuweilen klein und haben dann auf den Säulenflächen von 1 und 2 Platz, ihre Flächen h schneiden sich unter 12°. Gewöhnlich füllen sich jedoch die einspringenden Winkel aus, und man muß dann vorsichtig auf die Streifung der Geradendfläche merken, die so vortrefflich bei den Krystallen von Herrengrund ausgedrückt ist. Am einleuchtendsten wird die Sache, wenn wir in den Zeichnungen auf der Geradendfläche die Zwillingsgränze zweier anliegenden Individuen durch zwei Linien angeben, um sie von den Gränzen der Ausfüllungen zu unterscheiden. Nebenstehende Figur (Hauy's symétrique basé) wird sogleich klar: die Hauptindividuen sind 1 und 2, sie setzen sich unten in den parallelen Stücken gleicher Zahl fort. Dazwischen haben sich zwei Streifen 3 und 4 eingeschoben, die man sich hüten muß für parallele Individuen anzusehen, da ihre Streifen sich unter 12° schneiden. Der darunterstehende weitere Vierling weicht zwar nur wenig ab, allein er ist nicht mehr so symmetrisch gebaut, indem drei Individuen (1, 2, 4) sehr groß werden. Die Säule schließt sich nicht immer in allen ihren Theilen gut, und man muß in Beurtheilung der Streifen äußerst vorsichtig sein. Zuweilen sind auch nur drei Individuen vorhanden, wie beistehende Figur (Hauy's contourné basé) zu beweisen scheint. So viel verschiedene Streifen sich darauf auch finden mögen, so bilden doch 1 mit 2 und 1 mit 3 blos Zwillingsstellungen, alles Uebrige ist Fortsetzung. Man sieht daraus deutlich, zu welcher Mannigfaltigkeit das einfache Gesetz führen kann. Diese Mannigfaltigkeit ist bei den





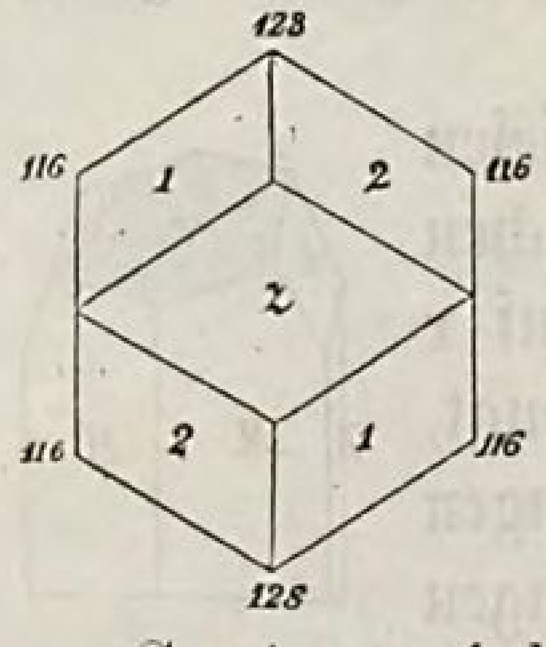




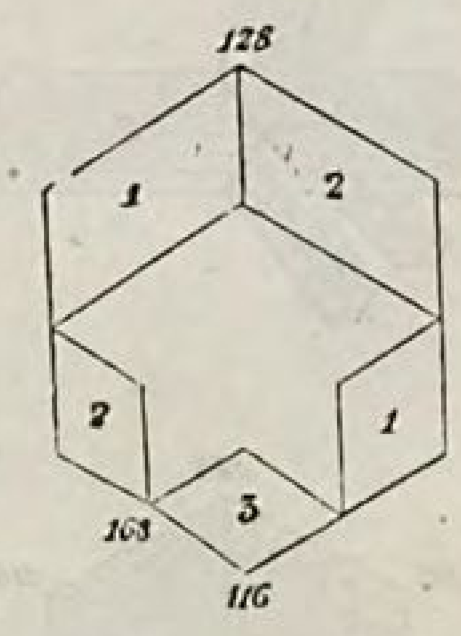


S p a n i s c h e n Z w i l l i n g e n häufig gar nicht mit Gewißheit zu ergründen, weil wir hier neben M und h nur noch eine matte ungestreifte Geradendfläche haben. Es bleiben zum Erkennen blos die Säulenwinkel, aber diese zum Glück selbst mit dem Reflexionsgoniometer gut meßbar. Hauy maß sie und construirte dann die Rhomben hinein:

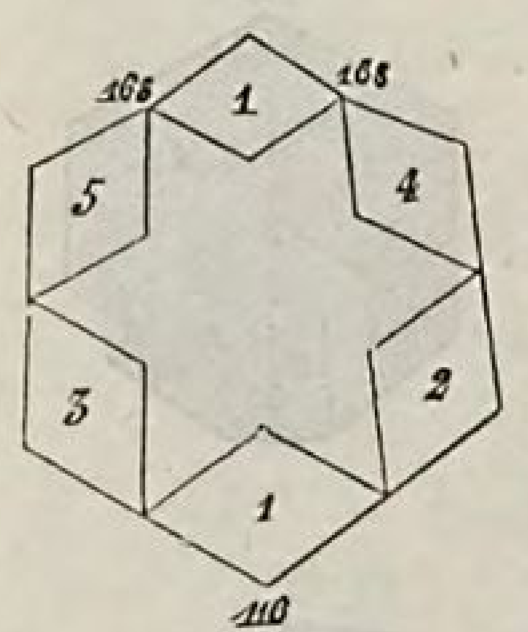
symmétrique basé bildet Säulen von 128° mit abgestumpften scharfen Säulenkanten, wodurch vier Mal 116° entstehen müssen. Hauy nahm sie als Zwilling, wovon 1 sich in 1 und 2 in 2 fortsetzt, die Zwischenmasse z dachte er sich dann beliebig ausgefüllt. Es mag solche geben, gewöhnlich sind aber noch Zwischenstücke von Drillingen &c. da, wie das Herrengrunder Exemplar beweist.



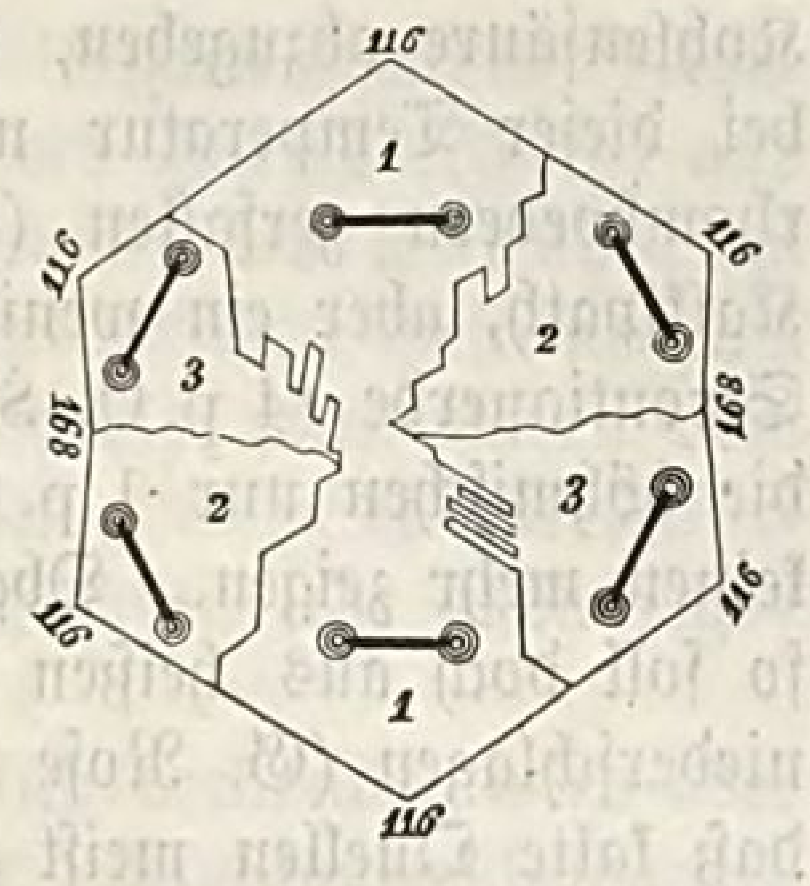
Contourné basé hat einen Winkel von 128° und fünf von 116°. Da die Summe nur 708° statt 720° beträgt, so muß eine Seite nach innen um 12° geknickt sein. Dieser Knick braucht übrigens nicht immer auf der gleichen Fläche zu liegen. Hauy dachte sich es als Drilling, indem er an der Stelle eines Winkels 128° des symmétrique ein drittes Individuum einflickte. Endlich kommen die prachtvollen dicken von Bastennes mit 6 gleichen Winkeln von 116°, die folglich zwei nach innen geknickte Flächen haben müssen. Es sind dreierlei Fälle möglich, je nachdem die geknickten Flächen einander an-, gegenüber- oder zwischenliegen. Im ersten Fall,



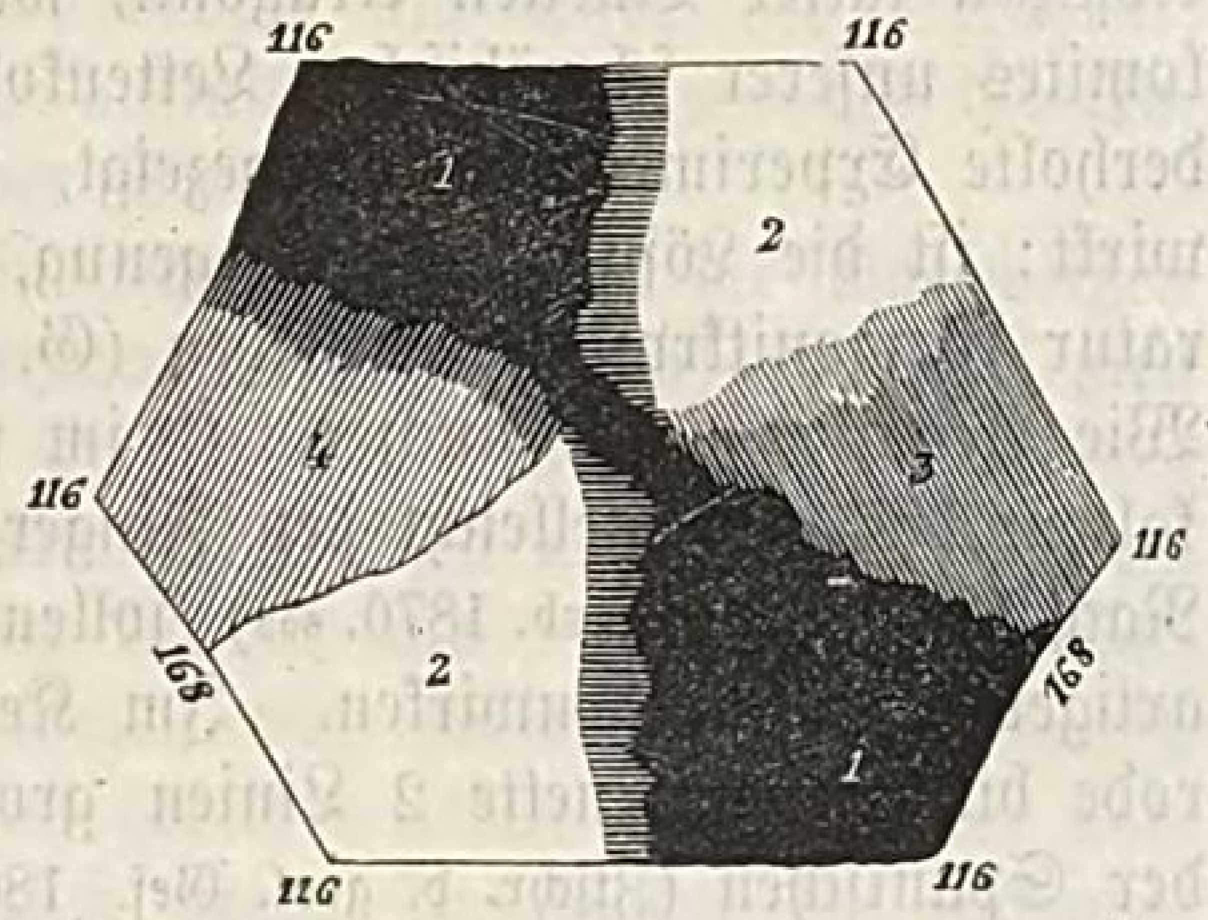
émergent basé, flickte Hauy im symmétrique statt der 128° zwei Rhomben ein; es kam dann, wie die eingeschriebenen Zahlen zeigen, ein Fünfling. Fünf ist ja das Maximum von Säulen, welche mit ihrer scharfen Kante um einen Punkt möglich sind. Für das 6te bleibt nur noch 40° Raum, den Parallelmasse ausfüllt. Erweist sich nun auch die Natur im Allgemeinen erfinderischer, namentlich in der Ausfüllung, so kann man doch dem Gange die consequente Methode nicht absprechen.



Senarmont (Ann. Chim. 1854. tom. 41. 62) griff die Sache zuerst optisch an: dünne Platten, senkrecht gegen die Axe c geschliffen, werden bei der Drehung im Azimuth hell und dunkel. Der Grad dieser verschiedenen Helligkeit hängt von der Lage der horizontalen Axen a und b gegen die Polarisationsebene ab. Alle parallelen Theile zeigen sich daher in gleichen Schattirungen, alle nicht parallelen in ungleichen. Das Zwillingsverhältniß wird bei guten Stücken mit einem Blick klar; mittelst des Polarisationsmikroskops läßt sich die Richtung der Axe b durch die Lemniscaten leicht bestimmen, und nimmt man dann noch ein gewöhnliches Mikroskop mit Polarisationsapparat zu Hilfe, so können die kleinsten Details erforscht werden. Endlich hat auch Leydolt (Sitzungsber. Wien. Akad. 1856. 19. 10) die Endfläche mit schwachen Säuren (Essigsäure &c.) geätzt, und Abgüsse von Hausenblase für das Mikroskop gemacht. Nebenstehendes mésotome basé ist durch die Lage der Lemniscaten sogleich klar, und man sieht, daß der alte Meister doch nicht so Unrecht hatte, denn bei allen aus dem Gypse strahlen die Nähte von den Seiten nach dem



Centrum. Die Individuen 1/2 und 1/3 haben die äußere Seite gemein: in diesem Falle pflegen die Nähte (Kammnäthe Leydolt) etwas anders auszusehen, als die, wo sie nicht in Zwillingsverbindung (2/3) stehen. In der Kammnaht suchen sich sichtlich die Säulenflächen gegenseitig geltend zu machen, was nicht selten in tausenden von Streifen geschieht, etwa wie nebenstehendes meïogene basé mit vier Individuen zeigt, wo die zwei geknickten Seiten nur durch 4 Individuen erklärt werden können, und wo in 1/3 und 2/4 wieder keine Kammnähte erscheinen, weil diese sich nicht in Zwillingsstellung finden, wie neben den Kammnähten 1/2, 2/3 und 1/4. Freilich kommen in der Praxis allerlei Schwierigkeiten.



A f t e r k r y s t a l l e, wobei die Aragonitform von Kalkspath erfüllt wird (Paramorphose) fand Mitscherlich (Pogg. Ann. 21. 158) in Vesuv'schen Laven; Haidinger im Basalttuff von Schlackenwerth und zu Herrengrund; auf der Emericusgrube zu Offenbanya, wo die Zwillingssäulen nach Fichtel 1 Fuß lang und ½′ dick werden, erkannte G. Rose (Pogg. Ann. 91. 147) noch deutlich die Zwillingsgrenzen, auch behält der Blätterbruch des Kalkspaths im Ganzen eine bestimmte Lage bei; in der Lettenkohle von Oberwern bei Schweinfurth (Jahrb. 1872. 520) sind die zweigliedrigen Krystalle zu lauter kleinen Rhomboederchen gleichsam umgestanden. Seltner findet das Umgekehrte statt, wo Kalkspath in Aragonit umsteht, Jahrb. 1867. 359.

Härte 3, härter als Kalkspath, Gewicht 2,945, also auch um 0,2 den Kalkspath übertreffend. Ein schwacher Blätterbruch wird zwar parallel $h = b : \infty a : \infty c$ angegeben, allein man hat große Mühe, sich nur von seinem Dasein zu überzeugen, geschweige, daß er sich darstellen ließe. Fettglanz, Farben zufällig, wie beim Kalkspath. Starke doppelte Strahlenbrechung, ordentl. Strahl 1,69, außerordentl. St. 1,53, also dem Kalkspathe in Stärke kaum nachstehend. Die beiden — optischen Axen machen mit c 10° und mit b 80°, liegen also in den Axenebenen bc, und ihre Ebene halbirt den scharfen Säulenwinkel. Ein Paar $c : 4b : \infty a$, gegen Axe c 79° 48′ geneigt, steht senkrecht gegen die optischen Axen. Um die conische Refraction zu zeigen, schleift man die Böhmischen Krystalle nach dieser Richtung an. Von Rudberg (Pogg. Ann. 17. 1) genau untersucht. Nach Hankel thermoelectrisch, Abh. Math. Cl. Sächs. Ges. Wiss. 1872. X. 373.

In einer Glasröhre über der Weingeistlampe erhitzt schwillt er etwas an und zerfällt plötzlich zu einem weißen Pulver, ohne dabei vorher

Kohlensäure abzugeben, denn ein daneben gelegtes Stück Kalkspath wird bei dieser Temperatur noch gar nicht verändert: er soll zu Kalkspathrhomboedern zerfallen (Haidinger, Pogg. Ann. 11. 177). $\dot{C}a\,\ddot{C}$ ganz wie Kalkspath, aber ein wenig unlöslicher in Säure. Der kleine Gehalt an Strontianerde (4 p.C. $\dot{S}r\,\ddot{C}$) bei spanischen muß unwesentlich sein, da die böhmischen nur 1 p.C., die von Gex (Dep. l'Ain) und Herrengrund keinen mehr zeigen. Obgleich geschmolzener $\dot{C}a\,\ddot{C}$ zu Kalkspath gesteht, so soll doch aus heißen Lösungen im Wasser sich vorzugsweise Aragonit niederschlagen (G. Rose Pogg. Ann. 42. pag. 353), während es bekannt ist, daß kalte Quellen meist Kalkspath erzeugen. Indeß findet sich auch in Absätzen kalter Quellen Aragonit, wie z. B. auf Drusenräumen des Dolomites unserer schwäbischen Lettenkohle in deutlichen Zwillingen. Wiederholte Experimente haben gezeigt, daß auch der Sättigungsgrad einwirkt: ist die Lösung schwach genug, so können bei gewöhnlicher Temperatur Aragonitkrystalle entstehen (G. Rose Monatsber. Berl. Akad. 1860. 579). Wie Aetzkalk so ist auch $\dot{C}a\,\ddot{C}$ im warmen Wasser unlöslicher als im kalten, das gibt vielleicht den Fingerzeig (Bischof Lehrb. chem. Geol. II. 1039). Nach Credner (Jahrb. 1870. 603) sollen auch geringe Beimengungen fremdartiger Lösungen einwirken. Im Kesselstein eines Dampfkessels zu Neurode bildeten sich nette 2 Linien große Zwillingskrystalle von der Form der Spanischen (Ztschr. d. geol. Ges. 1869. 493).

Krystalle weingelb bis lilafarbig in den Basaltgebirgen des böhmischen Mittelgebirges um Bilin (Horschenz, Liebshausen, Kosel, Luschiz, Sedlitz, Seidschütz ꝛc.) für den Optiker die wichtigsten Fundorte, nicht selten in armdicken Strahlen, aber dann unklar; auch die Auvergne bietet in ihren vulkanischen Gesteinen schöne Fundorte. Besonders bekannt sind die Zwillinge aus dem (tertiären) Gyps von Bastennes ohnweit Dax am nördlichen und Molina in Aragonien am südlichen Abhange der Pyrenäen. Bei Bastennes stecken in den Krystallen rothe Eisenkiesel. Helle Stellen Neigung zur Lilafarbe, doch nicht so schön amethystfarbig wie bei Walsch in Böhmen. Becquerel (Compt. rend. XXXIV. 574) beweist, daß Aragonit entstehe, wenn eine 5- bis 6gradige Lösung von doppelt kohlensaurem Natron auf Gyps wirke, Kalkspath dagegen, wenn die Lösung schwächer (zweigrädig) sei. Zu Leogang östlich Saalfelden im Salzburgischen finden sich klare Zwillinge auf Erzgängen im Gneis, ebenso und wegen der Deutlichkeit ihrer Zwillingsformen besonders wichtig war der Fund zu Herrengrund nördlich Neusohl in Ungarn, 1840 auf einer 3½ Lachter langen Druse in der Kupfererzlagerstätte angefahren: oben in der Druse waren es Afterkrystalle nach Kalkspath, unten standen die frischen weißen Säulen, mit Kalkspath überflogen, eigenthümlich schwefelgelb schielend, was ihnen beim ersten Anblick Aehnlichkeit mit den bekannten Cölestindrusen von Sicilien gewährt. Aragonitkrusten auf Meteoreisen der Mexicanischen Wüste am Rio Grande hängen vielleicht mit der Hitze des Eisens beim Fall zusammen, Compt. rend. 82. 1505.

Nadelförmige Krystalle finden sich in der Serpentinbreccie

des Aosta-Thales, auf Erzgängen von Iglo in Ungarn (Igloit), besonders aber in verwitterten Spatheisensteinlagern des Harzes (Iberg) und Thüringens (Saalfeld), Whitehaven in Cumberland, als Seltenheit im Liaskalk (Neunheim bei Ellwangen). In den vulkanischen Gesteinen am Hohenhöwen am Bodensee, Sasbach am Kaiserstuhl, alten Laven vom Vesuv, und vielen Basalten, man muß sich hüten, es nicht mit Faserzeolith zu verwechseln. Häufig ist auch Kalkspath dabei, sehr schön sogar in den Mandeln von Waltsch.

Strahliger Aragonit ist außerordentlich verbreitet, wird aber häufig in Sammlungen mit Kalkspath verwechselt. Hauptunterscheidungsmerkmal bleibt der Mangel der Blätterbrüche am Ende der Strahlen; erwärmt zerfallen sie nicht mehr so auffallend zu Pulver als die krystallinischen Massen. Zuletzt wird der Strahl feinster

Fasriger Aragonit. Dahin gehören besonders die schneeweißen Platten in den sogenannten „Schatzkammern" (Klüften) der zersetzten Spatheisensteine des Erzberges bei Eisenerz in Steiermark. Buchholz gibt darin 99 $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ und 1 $\dot{H}$ ohne Spur von Eisen an, ob sie gleich ein Produkt der in den Erzen cirkulirenden Wasser sind. Es kommen zackige, korallen- und baumförmige Verzweigungen vor (Eisenblüthe, flos ferri), die zwar nach Art der Stalactiten sich gebildet haben mögen, aber auffallender Weise wie bei Korallenstöcken gegen das Gesetz der Schwere verlaufen. Von der innern Axe zieht sich die zarte Faser excentrisch schief nach oben. Auf andern Eisenerzspalten, wie z. B. zu Wasseralfingen, findet man auch baumartig verzweigten Kalkspath von gleicher Schneeweiße. Auf den Malachitgängen von Ringenwechsel in Tyrol sind sie schön spangrün gefärbt. Der Satin-Spar (nach G. Rose Kalkspath) im Schieferthon von Alston-Moor Schnüre bildend wird zu Seidenglänzenden Perlen verschliffen, enthält 4 p.C. $\dot{Mn}\,\ddot{C}$. Fein fasrige Platten findet man öfter mitten im Kalkgebirge: im braunen Jura der Porta Westphalica oberhalb preußisch Minden, im Lias von Kemnath bei Stuttgart, mit traubiger Oberfläche im Süßwasserkalk von Steinheim, Canstatt ꝛc., doch ist der Beweis für Aragonit nicht immer zu führen. Hauptunterscheidungsmerkmal bleibt das specifische Gewicht, aber er darf nicht in Stücken, sondern gepulvert gewogen werden (G. Rose, Abh. Berl. Akad. Wiss. 1856. 1 und 1858. 63). Leydolt (Sitzber. Wien. Akad. 1856 XIX. 10) ätzte Schliffflächen mit Essigsäure, und suchte so die Form zu ermitteln.

Karlsbader Sprudelsteine, obgleich durch Eisenocker roth, braun bis schwärzlich gefärbt, sind meist Aragonit. Sie bestehen aus concentrischen Lagen häufig mit traubiger Oberfläche. Zwischen der feinsten Faser finden sich zuweilen gröbere Strahlen, an denen man deutlich den Mangel des Blätterbruchs nachweisen kann. Der heiße Sprudel von 60^0—74^0 R. scheint hier offenbar der Grund zu sein. Daher wird auch der dortige Erbsenstein pag. 502 Aragonit sein. Wo der Ursprung nicht so sicher ist, wie z. B. bei dem Rogensteine aus dem Buntensandsteine von Thüringen, läßt sich die Frage, ob Kalkspath oder Aragonit, kaum

entscheiden. Der wolkig honiggelb durchscheinende Onyxmarmor von Oran, welchen schon die Römer und jetzt die Franzosen bearbeiten, ist Sprudelstein. Ein großes Werk mit 39 Kupfertafeln in Folio lieferte F. Nibelaker, System des Karlsbader Sinters 1781.

Tarnowitzit in Schlesien mit Bleiglanz verwachsen ist ein strahliger grünlich grauer Aragonit von Witheritartigem Ansehen, der 2,98 wiegt, und 2—3,8 $\dot{\mathrm{P}}\mathrm{b}\,\ddot{\mathrm{C}}$ enthält (Böttger, Pogg. Ann. 47. 497), also auf Kohle einen gelben Bleibeschlag gibt. Manganocalcit nannte Breithaupt (Pogg. Ann. 69. 429) den nierenförmigen röthlich weißen Braunspath von Schemnitz in Ungarn, mit 67,5 p.C. $\dot{\mathrm{M}}\mathrm{n}\,\ddot{\mathrm{C}}$, 3,04 Gewicht, seinem Blätterbruch nach 2gliedrig; Werner zählte ihn zum fasrigen Braunspath. Hier würde also das kohlensaure Manganoxydul in der 2gl. Form auftreten.

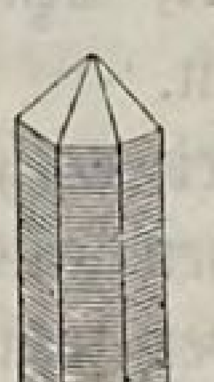
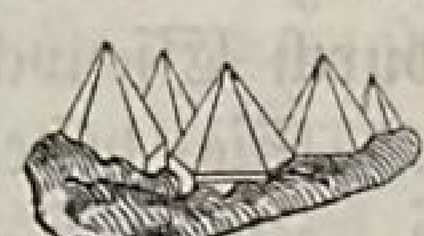
Junckerit von Poullaouen in der Bretagne wurde länger für einen zweigliedrigen Spatheisenstein gehalten, bis Breithaupt (Pogg. Ann. 58. 279) bewies, daß es verzogene Rhomboeder seien, doch hat Dufrénoy (Traité minér. II. 507) davon keine Notiz genommen. Optisch einaxig. Auch das Eisen in den Sprudelsteinen findet sich nicht als Oxydul, sondern als Oxyd. G. Rose glaubt, daß neutrale kohlensaure Talkerde abgedampft auch eine aragonitartige Structur besitze.

8. Witherit Wr.

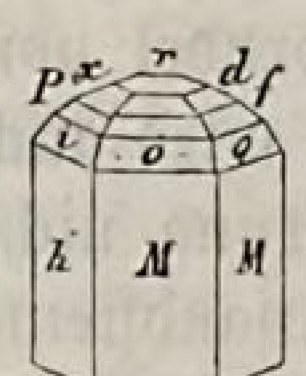
In der Umgegend von Anglesark (Lancashire) benutzen die Bewohner längst einen gelblichen Stein als Rattengift, worin Dr. Withering (Phil. Transact. 1784. pag. 296) zuerst luftsaure Baryterde nachwies, daher nahm Werner (Bergm. Journ. 1790. III. 2. pag. 216) den Namen.

Zweigliedrig, aber von sechsgliedrigem Aussehen, wie es Hauy beschrieb. Rhombische Säule M = a : b : ∞c bildet 118° 30′, durch die Abstumpfungsfläche der scharfen Säulenkante h = b : ∞a : ∞c entsteht daher eine fast reguläre sechsseitige Säule mit Querstreifen auf allen Flächen, i = c : ½b : ∞a macht über c einen leicht meßbaren Winkel von 69°, wornach

$$a : b = 0{,}818 : 1{,}375 = \sqrt{0{,}6687} : \sqrt{1{,}889},$$
$$\lg a = 9{,}91263, \quad \lg b = 0{,}13816.$$

Tritt zu i das Rhombenoktaeder o = a : b : c mit 130½° in der vordern Endkante, so bekommen wir eine scheinbar dihexaedrische Endigung, die mit der des gemeinen Quarzes große Aehnlichkeit hat. Doch findet man am Ende gewöhnlich Spuren eines weitern Oktaeders. Vorzüglich zu Alston in Cumberland und Hexham in Northumberland auf Bleiglanz. Die Aehnlichkeit mit dem sechsgliedrigen System setzt sich noch weiter in Hauy's triannulaire fort. Hier tritt zu M, h, o, i noch f = 2a : 2b : c, d = 4a : 4b : c, P = b : c : ∞a, x = c : 2b : ∞a



und r = c : ∞a : ∞b. Eigenthümlich sind die gewölbten sechsseitigen Tafeln von Bromley-Hill bei Alston, welche Thomson Sulphatocarbonate of Barytes nannte, die aber im Wesentlichen zum Witherit gehören. Auf der Wölbung erheben sich sechs zarte Linien von den Säulenkanten aus, die ihrem Ansehen nach auf complicirte Zwillinge deuten. Ja nach Senarmont (Ann. Chim. 1854. 41. 64) sind selbst die scheinbar einfachen Dihexaeder Sechslinge, welche sich mit ihrem scharfen Säulenwinkel um einen Mittelpunkt legen, was die Lemniscaten im polarisirten Lichte sogleich zeigen, die aber jetzt nicht wie beim Aragonit in Axe b sondern in a liegen. Aehnlich mögen auch die gewölbten Platten sein. Die — optischen Axen schneiden sich in Ebene ac unter 6°—8°, c Mittellinie.

Härte 3—4, Gewicht 4,3, etwas zum Fettglanz sich neigend. Gelblich grüne Flamme vor dem Löthrohr, schmilzt auf Kohle nicht schwer zu einer klaren Perle, die plötzlich stark zu brausen anfängt, Kohlensäure fahren läßt, und sich dann als kaustische Baryterde ausbreitet. Dieses merkwürdige Verhalten brachte Black auf die Vermuthung, daß beim Kalkstein auch wohl etwas Aehnliches Statt finden könnte.

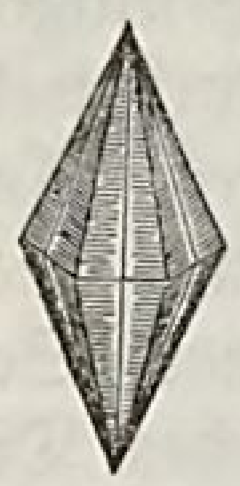
$\dot{B}a\ \ddot{C}$ mit 77,6 $\dot{B}a$ 22,4 $\ddot{C}$

Das Pulver fällt in der Kälte dreiatomige Basen $\dddot{R}$, dagegen einatomige $\dot{R}$ nicht. In kalter concentrirter Salzsäure braust es nicht, sobald man aber die Säure (sogar sehr stark) verdünnt, so fängt es heftig an zu brausen. Das sich bildende Chlorbarium ist nämlich in Salzsäure unlöslich, im Wasser dagegen löslich. Die Zersetzung beginnt daher erst dann, wenn gehörige Wassermenge zur Aufnahme des sich bildenden Salzes vorhanden ist. Wegen seiner Löslichkeit ein so starkes Gift, weil sich daraus im Blute unlöslicher $\dot{B}a\ \dddot{S}$ bildet, der die Capillargefäße verstopft.

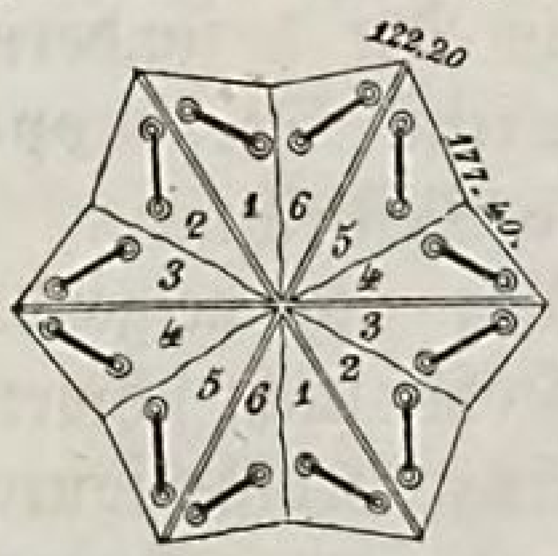
Die Bleierzgänge des nördlichen England, welche im Bergkalk und Steinkohlengebirge aufsetzen, sind theilweis reich an diesem bei uns seltenen Mineral, besonders schön die halbtrübweißen Krystalle von Alston-Moor in Cumberland, dann die grünlichweißen derben Massen mit feinstrahligem Bruch von Shropshire ꝛc. Das excentrisch strahlige des Längsbruchs erinnert in etwas an den muscheligen Bruch des Gypses. Unbedeutend sind die Fundorte von Leogang, in den Schwefelgruben Siciliens, zu Schlangenberg am Altai ꝛc. Reiner kohlensaurer Baryt findet sich in allen Stufen der Zersetzung durch Schwefelsäure bis zum völligen Uebergange in Schwerspath. Thomson's Sulphato-Carbonate of Barytes von Bromley-Hill in Cumberland gehört zu solchen Afterbildungen.

Barytocalcit $\dot{B}a\ \ddot{C} + \dot{C}a\ \ddot{C}$. Kommt zu Alston-Moor mit Witherit vor. In concentrirter Säure brausen sie anfangs, hören dann aber auf, und wenn man darauf verdünnt, so fangen sie nochmals stark an. Die Substanz scheint dimorph:

1) zweigliedriger Barytocalcit (**Alstonit**), sieht dem Witherit sehr ähnlich, und zeigt namentlich keinen ausgezeichneten Blätterbruch. Die Säule M = a : b : ∞c 118° 50′ weicht unwesentlich vom

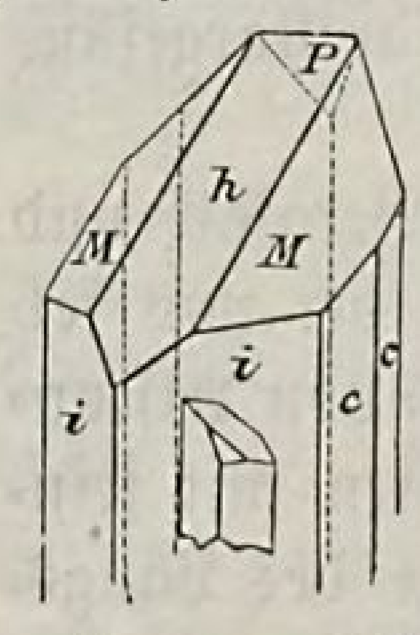


Witherit ab. Interessant sind Drillinge, die zu Alston mit den Witherittafeln vorkommen, scheinbar scharfe Dihexaeder, deren Querstreifung in der Mitte durch eine Diagonale unterbrochen ist. Nach den Messungen von Descloizeaux sind es drei Oblongoktaeder $\frac{1}{2}a : \frac{1}{2}b : c$, die sich parallel der Hauptaxe dem Zwillingsgesetze gemäß durchdrungen haben. Die optischen Axen liegen sehr genähert und wie beim Aragonit in der Axenebene b c. Der **Querschnitt** von Senarmont macht



im Polarisationsmikroskop das Verhältniß sogleich deutlich: von den 12 Lemniscaten gehören je zwei miteinander parallele einem Individuum an, es ist also ein Sechsling. Da jedoch 6 Individuen nicht völligen Platz um einen Punkt haben, so scheint die Sache durch regelmäßige Knickung der Seiten-Flächen ausgeglichen zu sein. Flußspathhärte, Gew. 3,6. Bromley-Hill bei Alston-Moor (Bromlite) und Fallowfield in Northumberland. Thomson glaubte anfangs $2 \dot{C}a \ddot{C} + \dot{B}a \ddot{C}$ gefunden zu haben, und nannte ihn daher Bibarytocalcit; Johnston (Pogg. Ann. 34. 668) weist dagegen vollkommene Uebereinstimmung nach mit Brookes

2) zweiundeingliedrigem Barytocalcit. Die kleinen Krystalle zeigen beim ersten Anblick einen Gypsartigen Habitus. Eine geschobene Säule $i = a : b : \infty c$ hat vorn ihren scharfen Winkel von 84° 45′ (Brooke, Pogg. Ann. 5. pag. 160), die Säule stark längsgestreift, und mit ihrem Unterende aufgewachsen. Es kommen noch Zuschärfungen der seitlichen Kante vor ($c = a : \frac{1}{3}b : \infty c$), die häufig herrschend werden und



die sichere Bestimmung der Säule sehr erschweren. Eine matte Schiefendfläche $h = a : c : \infty b$ gegen die Axe c 61°, in ihrer Diagonalzone ein Augitpaar M/M 106° 54′ so deutlich blättrig als beim Kalkspath; h und M nehmen gewöhnlich das ganze Ende ein, und bilden hinten eine scharfe Ecke, die sich auch leicht wegsprengen läßt, und dann glänzt ein dritter deutlicher Blätterbruch P hervor, 45° gegen Axe c geneigt. Da P/M 102° 54′ machen, so kann man die drei Blätterbrüche ihrem Glanze und Winkeln nach mit Kalkspath verwechseln. Härte 4, Gew. 3,7. Durchaus von Kalkspathartigem Aussehen. Negative optische Axen liegen nach Hrn. Descloizeaux in einer hintern gegen Axe c nur 3° 22′ geneigten Schiefendfläche. Alston-Moor, die Krystalle oft mit Kalkspath wie überzuckert, wodurch ihr Glanz nicht gelitten hat. Wenn aber Schwerspath darauf sitzt, so sollen sie trübe sein, weil derselbe sich auf Kosten ihrer Substanz bildete.

9. Strontianit.

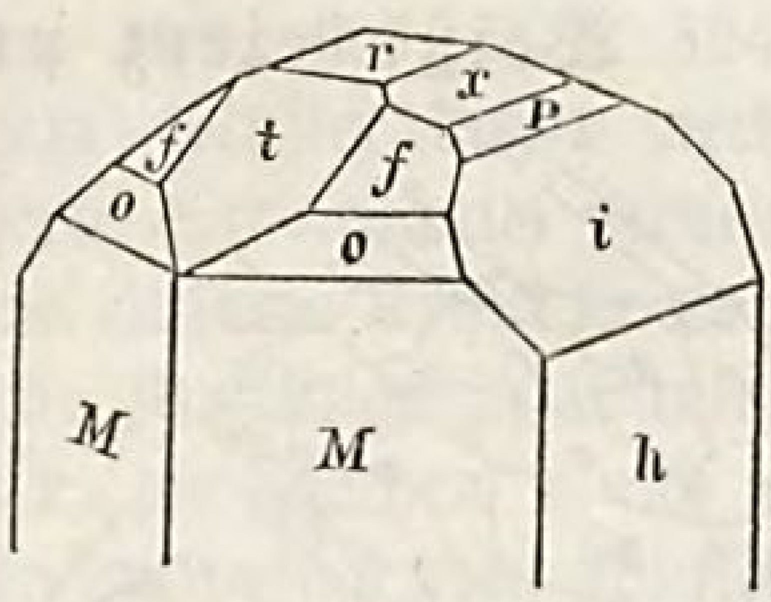
Sulzer in Ronneburg brachte ihn von Strontian in Schottland (Argyleshire), wurde mit Witherit verwechselt. Allein das mit seiner salpetersauren Lösung getränkte Papier gab eine rothe Flamme, und

Blumenbach bemerkte, daß er auf Thiere nicht giftig wirke, Klaproth Beitr. I. 260. Deshalb vermuthete Crawford schon 1790 eine neue Erde darin, die sich auch bald fand (Strontium, Bergmänn. Journ. 1791. IV. 1 pag. 433). Durch Schmeißer (Philos. Transact. 1794. pag. 418) wurde das interessante Mineral zuerst genauer bestimmt.

Zweigliedrige Säule M = a : b : ∞c 117° 19′ und P = b : c : ∞a 108° 12′, daraus folgt

$$a : b = \sqrt{0,654} : \sqrt{1,808}.$$

Die Krystalle gewöhnlich unbestimmbar nadelförmig, doch führt schon Hauy von Leogang die Flächen h = b : ∞a : ∞c, o = a : b : c und f = 2a : 2b : c, also ganz wie beim Witherit an, und da nun auch die Zwillinge nicht fehlen, so ist der Isomorphismus mit Aragonit vollkommen. Dieß bestätigen namentlich auch die kleinen 2 mm großen Krystalle von **Clausthal** (Hessenberg, Abh. Senckenb. Nat. Ges. 1870 VII. 257). Man findet daran außer M P h o f noch die Geradendfläche r = c : ∞a : ∞b, das vordere Paar t = 2a : c : ∞b „einziges Macrodoma“; außer P, i = ½b : c : ∞a, x = 2b : c : ∞a noch fünf „Brachydomen“ 032, 041, 061, 081, 0.12.1, und außer of noch sechs „Pyramiden“: 332, 221, 331, 441, 881, 445. Der blättrige Bruch der Säule M vielleicht etwas deutlicher als beim Witherit, im übrigen ein sehr ähnliches Aussehen. Härte 3—4, aber etwas leichter. Gew. 3,6. Die optischen Axen schneiden sich unter 6° 56′, und liegen wieder wie beim Aragonit in der Axenebene b c.



Vor dem Löthrohr vortrefflich erkennbar: er schmilzt kaum, die Probe verliert ihre Kohlensäure, es schießen kurze blendend weiße Stäbe daraus hervor, stärker leuchtend als Kalkspath, und die Flamme purpurroth färbend.

$$\dot{Sr}\,\ddot{C} \text{ mit } 70\ \dot{Sr},\ 30\ \ddot{C},$$

gewöhnlich etwas $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ dabei, bis 6,5 p.C. Er braust selbst in concentrirter Säure stark. Zu Bräunsdorf bei Freiberg mit Braunspath auf Quarz mit schönen Krystallnadeln, auf Bergwerkswohlfahrt zu Clausthal in garbenförmigen Krystallen auf Schwerspath angeflogen, die schönsten Krystalle auf den Erzgängen von Leogang (Salzburg). Auf den Erzgängen von Strontian kommen sie in derben strahligen Massen vor, von grünlicher Farbe, andere sind gelblich, aber nicht so fasrig als Witherit. Merkwürdig sind die 1″ bis 2 Fuß mächtigen Gänge auf dem Kreideplateau von Beckum bei Hamm (Pogg. Ann. 50. 189), wohl die größten bis jetzt bekannten Massen, die jährlich gegen 1000 Ctr. in den Handel brachten. Bei Drensteinfurth werden sie bergmännisch gewonnen, und beim Raffiniren des Zuckers verwendet. Am Monte Paterno bei Bologna finden sich Mergelkugeln mit feinen Krystallnadeln im Innern. Auch in den Kammern von Ammonites angulatus des Lias α kommen sie in mehligen Halbkugeln vor.

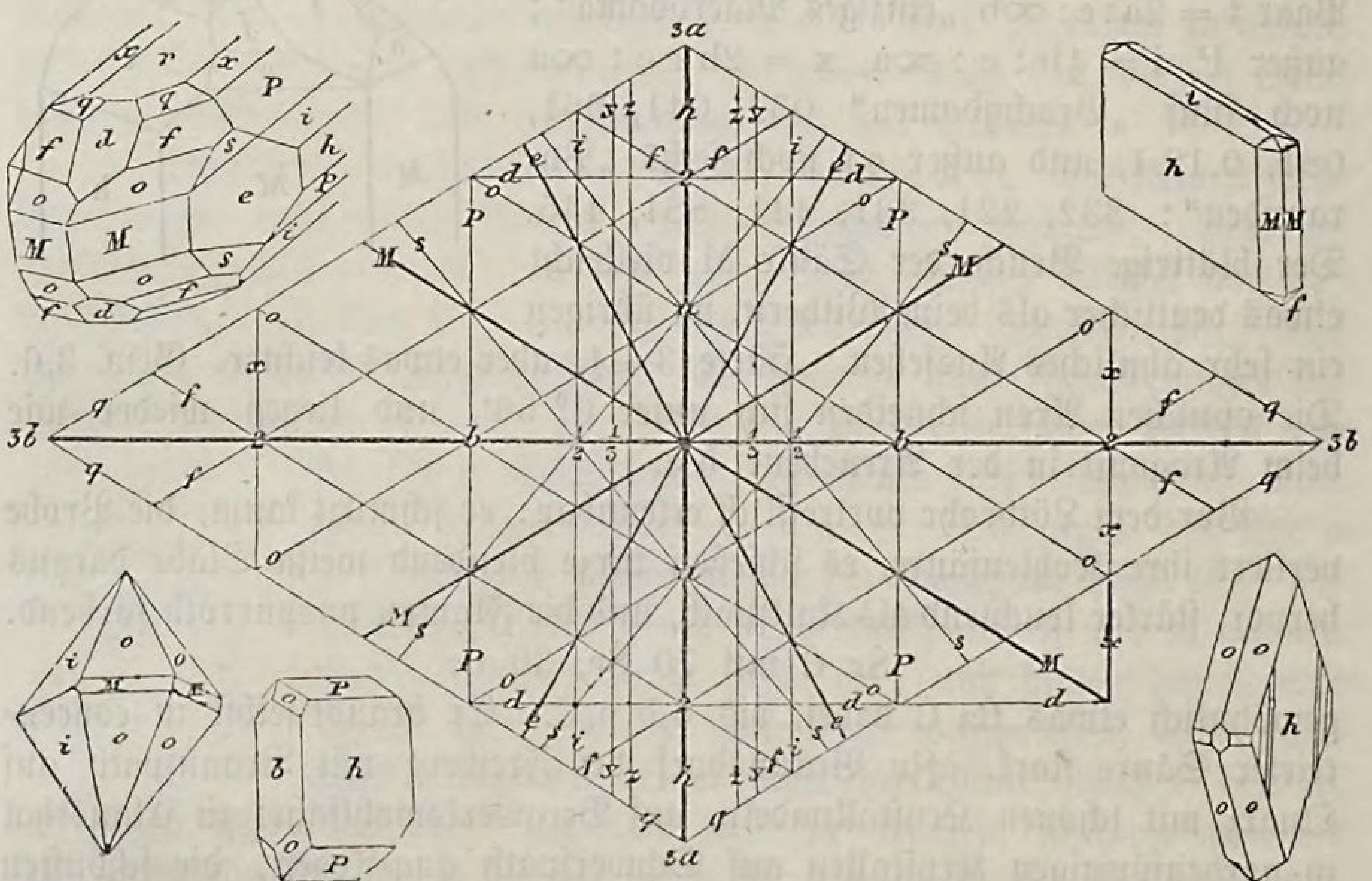
Stromnit Traill von der Insel Stromneß in den Orkaden hat

68,6 $\dot{Sr}\,\ddot{C}$ und 27,5 $\dot{Ba}\,\ddot{C}$. Emmonsit von Massachusets ist ebenfalls kalkhaltig. Da Baryt- und Strontianerde gewöhnlich zusammen vorkommen, so sind solche Gemische leicht erklärlich, nur die Schwierigkeit bleibt, wo die neue Species anfängt.

10. Weißbleierz.

Die Bergleute aus der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts kennen es bereits unter dem Namen Bleispath, obgleich nicht sonderlich späthig, so „zerspringet er doch im Feuer wie Spath." Wallerius 1747 hat beide Namen, Cronstedt heißt es Cerussa indurata (verhärteter Bleiocher), woher der Name Cerussit. Romé de l'Isle kennt schon 1772 die Uebereinstimmung der Krystallisation der la Mine de Plomb-blanche mit Salpeter. Kirwan wies darin Luftsäure nach, und Klaproth Beitr. III. 167 gab davon die erste noch gültige Analyse.

Weißbleierz projicirt auf die Geradendfläche r.



Zweigliedrig mit aragonitartiger Zwillingsbildung. Geschobene etwas blättrige Säule M = a : b : ∞c 117° 14′, ein auf die scharfe Kante aufgesetztes Paar P = b : c : ∞a macht unter sich 108° 14′, gibt

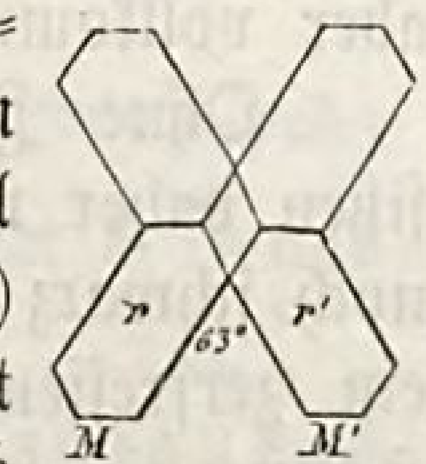
$$a : b = 0{,}8432 : 1{,}382 = \sqrt{0{,}71} : \sqrt{1{,}911},$$

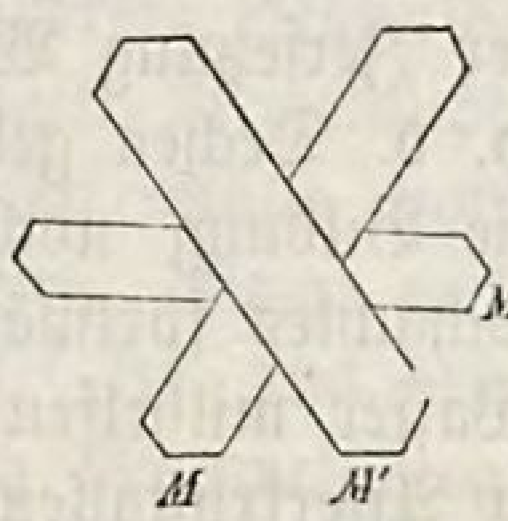
$$\lg a = 9{,}92593,\ \lg b = 0{,}14060.$$

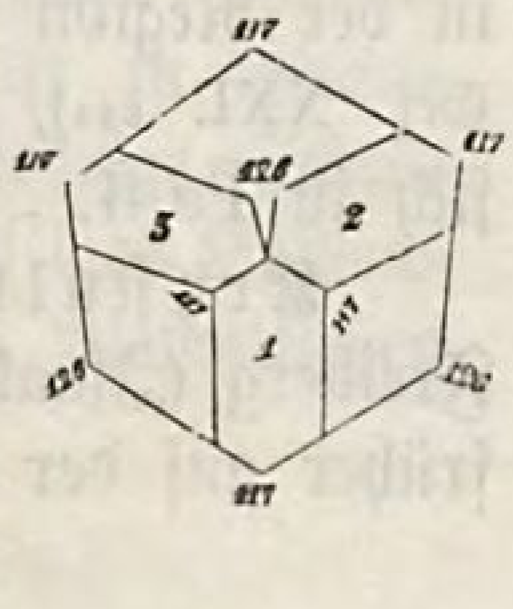
Gewöhnlich herrscht die längs- und quergestreifte Fläche h = b : ∞a : ∞c und das Oktaeder o = a : b : c mit dem vordern Endkantenwinkel von 130°. Wenn zum Oktaeder o die Zuschärfung i = c : ½b : ∞a tritt, so entstehen dihexaederartige Endigungen; h wird durch Querstreifen häufig bauchig, weil außer P und i noch x = c : 2b : ∞a, y = c : ⅓b : ∞a

und $z = c : \frac{1}{4}b : \infty a$ sich einzusetzen streben. Wenn o zurücktritt, so entstehen vierseitige Tafeln. Die Geradendfläche $r = c : \infty a : \infty b$ und die Abstumpfungsfläche der stumpfen Säulenkante $b = a : \infty b : \infty c$ kommen auch häufig vor; b mit h bilden bei Badenweiler eine Oblongsäule, die senkrecht gegen die Axe c gesehen einen auffallenden Seidenglanz zeigt. Ein vorderes Paar $d = c : 2a : \infty b$ etwas drusig traf man oft bei Lacroix in den Vogesen und Przibram in Böhmen. Besonders flächenreich sind die schönen schottischen von Leadhills (Lanarkshire) und Nertschinsk, woran nicht blos alle genannten, sondern auch noch die Flächen $e = a : \frac{1}{2}b : \infty c$, $f = c : 2a : 2b$, $q = c : 3a : 3b$, $s = a : c : \frac{1}{2}b$. Kokscharow (Mater. 1874. VI. 103) fand an den großen Krystallen vom Ural, Altai und aus Transbeikalien die zahlreichen Flächen: 100, 010, 001; Säulen 110, 310; ein einziges vorderes Paar 102, viele seitliche Paare 012, 011, 021, 031, 041, 051, 061, 071 und sechs Oktaeder 114, 113, 112, 111, 211, 121. Nimmt man dazu noch die seltene Fläche, welche V. v. Lang maß: 302, 313, 322, 324, 352, 134, 394, 173, so kann der Reichthum zum Muster dieser merkwürdigen zweigliedrigen Gruppe (Aragonit, Witherit, Strontianit) dienen.

Zwillinge so vorherrschend, daß nur selten einfache Krystalle vorkommen. Bei Lacroix fanden sich früher einfache Zwillinge in Säulen von 117° und 121½° mit den Endigungen d und x, die Flächen x und x' unten zwischen den Rhombenflächen d bilden einen einspringenden Winkel. Scheinbar einfache Individuen haben öfter Zwillingslinien. Die meisten Zwillinge zeigen jedoch stark einspringende Winkel in der Säule, der häufig jede Ausfüllung fehlt. Gar gern bilden sie stumpfe Haken von 117°, an denen nichts einspiegeln will, weil an der Zwillingsgränze sich alles ausfüllt. Wenn jedoch diese Haken sich durchwachsen, so spiegeln im scharfen Zwillingswinkel von 63° Säulen- (M mit M') und Oktaederflächen (o mit o') ein, weil für diesen die gemeinsame Zwillingsebene nicht dazwischen, sondern quer (M und M') liegt. Gewöhnlich ist ein Individuum kräftiger, und das dient dem andern zur Stütze. Kommt ein drittes hinzu, so setzt sich das in den stumpfen Winkel dem einen oder dem andern als Zwilling an, und nun entsteht wie beim Aragonit mésotome pag. 518 beim Durchwachsen im Querschnitt der Säule ein Sechseck mit 6 Winkeln von 117°, deren eines Paar gegenüberliegender Flächen 171° einspringt. Wenn in den Drillingen die Oktaeder herrschen, wie bei mehreren Schwarzwäldern, so entstehen förmliche Dihexaeder, bei denen man nicht selten Mühe hat, den einspringenden Winkel zweier gegenüber liegender Dihexaederflächen zu finden, weil der Knick durch Verkümmern einer Fläche genau in die Endkante des Dihexaeder gerückt sein kann. Durchwachsen die







Individuen sich nicht, so hat bei der Ausfüllung der Querschnitt der Säule 4mal 117° und 2mal 126 Grad. Die beiden Individuen 2 und 3 sind in den Krystallen von Mies öfter schwach gegen 1; da sich nun der Winkel von 9° ausfüllt, so scheinen die quergestreiften Flächen h sich unter 126°, statt unter 117° zu schneiden. Ein zweiter Zwilling mit der Zwillingsebene $a : \frac{1}{3}b : \infty c$, welcher sich am Altai, zu Leadhills und Aachen (Pogg. Ann. 156. 558) fand, würde sich auch hier zur ersten Zwillingsebene nahezu reciprok verhalten.

Kaum härter als Kalkspath 3—4; Gew. 6,4—6,7. Farblos bis weiß, nur zufällig schwarz oder lasurblau, sogar schwefelgelb auf Goldgängen von Beresow. Diamantglanz oft in ausgezeichnetem Grade. Starke Strahlenbrechung 2. Die — optischen Axen liegen (dem Aragonit nicht entsprechend) in der Axenebene a c und machen mit c einen Winkel von 2° 37′, unter sich also $5\frac{1}{4}$°, $\varrho > v$ mit sehr starker Disspersion der Farben. Wärme vergrößert den Axenwinkel.

Vor dem Löthrohr decrepitirt es heftig, wenn man aber die Kohle aus großer Entfernung nähert, so wird es anfangs roth (Mennige), etwas stärker erhitzt bleibt zwar die Masse auch roth, wird aber beim Erkalten gelb ($\dot{P}b$), erst dann fängt es an zu schmelzen und reducirt sich gleich zu Blei, das verflüchtigt die Kohle mit gelber Bleiglätte beschlägt.

$$\dot{P}b\,\ddot{C} \text{ mit } 83{,}5\ \dot{P}b,\ 16{,}5\ \ddot{C}.$$

Ein kleiner Gehalt an kohlensaurem Silberoxyd bis 0,1 p.C. rührt ohne Zweifel vom Bleiglanz. Iglegiasit (Zinkbleispath) vom Berge Poni bei Iglesias auf Sardinien enthält bis 7 p.C. $\dot{Z}n\,\ddot{C}$, also $(\dot{P}b, \dot{Z}n)\,\ddot{C}$. Weißbleierz wirft in kalter Salpetersäure nur wenige Blasen, löst sich aber vollkommen.

Ohne Zweifel Zersetzungsprodukt von Bleiglanz. Die Krystalle sitzen daher nicht blos auf angefressenem Bleiglanz, sind durch Bleimulm noch schwarz gefärbt (Schwarzbleierz), sondern die ganze Gangmasse zeigt ein zerfressenes Ansehen gemengt mit Mangan- und Brauneisenocker. Häufig ein strohgelber Ocker (zerreibliche Bleierde), es ist Bleioxyd, das zur Salzbildung nicht Kohlensäure genug fand. Nur der Quarz leistete der Zersetzung Widerstand, so zerfressen er auch aussehen mag. Nach H. v. Dechen geht im alten Elisabethstollen am Bleiberge von Commern die Bildung noch vor sich: es setzen sich an den Seitenwänden des Schachtes fortwährend feine Krystallnadeln ab, wobei Kohlensäurehaltige Wasser mithelfen (Jahrb. 1858. 216). Auf den Goldgängen von Beresow in Afterkrystallen nach Bleiglanz, auf Friedrichsseegen bei Oberlahnstein in der Region des Eisernen Hutes nach Brauneisenstein (Ztschr. d. geol. Ges. XXI. 644), das Blei wurde durch Eisen vertreten, und das oxydirt sich in $\dddot{\bar{F}e}\,\dot{H}$.

Krystalle finden sich besonders schön auf ockerfarbigem Quarz bei Freiberg (Isaak, Komm Sieg mit Freuden), Bernkastel an der Mosel; früher auf der Grube Hausbaden bei Badenweiler, Friedrich Christian

in der Schappach; Mies und Przibram in Böhmen auf Bleiglanz sitzend. Zu Barnaul am Altai werden 20 Pud schwere Drusen aufbewahrt.

Stangenförmiges Weißbleierz ist auf dem Oberharze bei Clausthal und Zellerfeld zu Hause: cylinderförmige Säulen mit kleinmuscheligem Querbruch und fasriger Längsstructur, die Faser hat Seidenglanz und entspricht der Hauptaxe c. Auf der Grube Glücksrad im Schulenburger Zug bei Zellerfeld kamen sie vormals mit Malachit überzogen vor, doch dringt die Smaragdgrüne Farbe nicht ein. Vorzüglich schöne schneeweiße Nadeln im braunen Eisenocker auf dem blauen Stollen von Zuckmantel, aber zerbrechlich.

Bleierde ist nichts weiter, als eine von Weißbleierz durchdrungene Thon- oder andere Gebirgsart: solche wird im rothen Letten und Sandstein von Kall an der Röhr in der Eifel und auf den Galmeilagern von Tarnowitz gewonnen; auf dem Harze die Grauwacke durchdrungen; auf der Grube Hausbaden im rothen Thon, der förmlich glänzt. Auch die bauchigen Säulen des Hornblei von Beuthen sind in solche schmutzig gelbe Bleierde verwandelt. Davon ist das schon oben genannte strohgelbe Pulver zu unterscheiden (zerreibliche Bleierde), welches neben Krystallen auf dem zerfressenen Quarz liegt, und nichts als Bleioxyd zu sein scheint, das etwas Kohlensäure angezogen hat.

Sehr bemerkenswerth sind die Doppelsalze mit $\ddot{C}$ und $\dddot{S}$ von Leadhills, die wir unten nach dem Bleivitriol anführen werden. Carbonate überhaupt finden wir mit Hydraten nochmals bei den salinischen Kupfererzen, dann besonders bei den in Wasser löslichen Salzen, die alle zu dieser Reihe nicht gehören.

Krystallographisch erinnert an die Kalkspathreihe noch Natronsalpeter $\dot{Na}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{N}}$ und Rothgülden $\dot{Ag}^3\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{\bar{S}b}$; an die Aragonitreihe Kalisalpeter $\dot{K}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{N}}$ und Bournonit $(\dot{Pb}^2 + \dot{\bar{C}u})\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{\bar{S}b}$.

Als seltene unwichtige Carbonate nenne ich hier kohlensaures Silber $\dot{Ag}\,\ddot{C}$ (Grausilber, Selbit) von der Grube Wenzel, welches schon Walchner als ein Gemenge von Braunspath und Silbererz erkannte, Jahrb. 1864. 221. Kohlensaures Wismuth (Bismutit, Breithaupt Pogg. Ann. 53. 628) von Ullersreuth im Voigtlande, Afterkrystalle von schmutzig zeisiggrüner Farbe im verwitterten Spatheisenstein, scheint aus Wismuthglanz entstanden zu sein. Wismuthspath $\ddot{\bar{B}i}^4\,\ddot{C}^3\,\dot{\bar{H}}^4$ aus den Goldgruben von Chesterfield in Südkarolina gleicht nach Rammelsberg dem Weißbleierz. Soll in Mexico in Centnerschweren Blöcken vorkommen, Jahrb. 1873. 801. Ein Bismuth Hydrocarbonaté ist in Frankreich (Corrèze) Gegenstand des Bergbaues. Der zweigliedrige Schröckingerit (Jahrb. 1873. 646) von Joachimsthal ist ein wasserhaltiges Kohlensaures Uran. Tengerit auf Gadolinit von Ytterby soll im Wesentlichen Kohlensaure Yttererde sein.

Schwefelsaure salinische Steine.

1. Gyps.

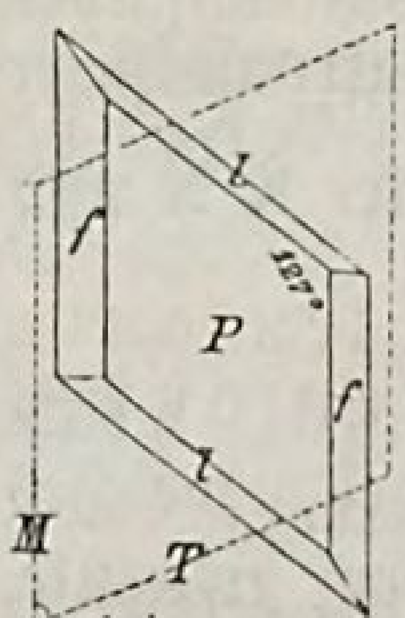
Γυψος Theophrast *περι λιθων* 110, gypsum Plin. hist. nat. 36. 59 „wird gebrannt und aus der Erde gegraben, angefeuchtet muß er sogleich benutzt werden, weil er schnell gesteht (coit)". Spat bei Megenberg 453 „durchsichtig sam ein Glas, macht in für die venster, sam in Dürgen (Thüringen). Sparkalck Agricola 705. Chekao der Chinesen, zur Porzellanglasur verwendet. Selenites (Mondstein) bei Wallerius. Marggraf Mém. Acad. roy. 1750 erkannte darin schon die Vitriolsäure.

2 + 1 gliedrig, späthige Stücke zeigen dreierlei Brüche:

1) blättriger Br. P = b : ∞a : ∞c mit Perlmutterglanz gibt an Deutlichkeit nur dem Glimmer nach und entspricht der Medianebene des Systems, daher stehen beide andere auf ihm senkrecht;

2) muscheliger Br. M = a : ∞b : ∞c leicht erkennbar an dem Glasglanz, an der Sprödigkeit und den excentrischen Strahlen, welche von unregelmäßig zerstreuten Punkten ausgehen;

3) fasriger Br. T = $\frac{1}{3}$a' : c : ∞b mit Seidenglanz und gemeiner Biegsamkeit, und deßhalb unter allen dreien am schwersten darzustellen. M/T 113° 8' nach Hauy, Neumann berechnet 113° 46', G. Rose maß 114° 24'. Die fetten Thonmergel der Juraformation (Oxford) schließen um und um gebildete „Decaeder" ein, Hauy's trapézienne von



außerordentlicher Schönheit, P bildet daran rhomboidische Tafeln mit 127° 44', deren scharfe Zuschärfung f=a:b:∞c den Säulenwinkel 111° 26' macht, von dem man auszugehen pflegt, und deren stumpfe l = c : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{4}$b sich unter 143° 42' schneiden (Weiß Abh. Berl. Akad. Wiss. 1821. 195 und 1834). An diesen Krystallen stumpft der muschelige M den vordern stumpfen Säulenkantenwinkel f/f ab und der fasrige T hinten die scharfe Ecke. Häufig ist außerdem ein hinteres etwas blättriges Augitpaar n = $\frac{1}{3}$a' : $\frac{1}{4}$b : c, dessen stumpfer Winkel von 138° 28' durch den fasrigen Bruch T abgestumpft wird. Auch die Schlagfigur pag. 159 gibt auf der Hinterseite noch einen schwachen Blätterbruch. Gehen wir von den Winkeln

$$f/M = 55^\circ\,43'; \quad \frac{a}{b} = \text{tg } 55.43;$$

$$l/M = 71^\circ\,51'; \quad \frac{b}{4a}\sqrt{(5 \pm k)^2 + a^2} = \text{tg}_0\ 71.51;$$

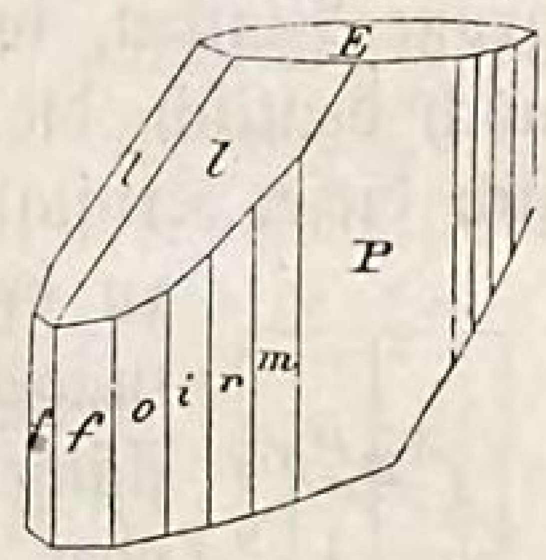
$$n/M = 69^\circ\,14'; \quad \frac{b}{4a}\sqrt{(3 \mp k)^2 + a^2} = \text{tg}_1\ 69.14 \text{ aus:}$$

so findet sich $\mp k = 1 + \frac{\text{tg}_1{}^2 - \text{tg}_0{}^2}{\text{tg}^2} = -\,0{,}092$, der stumpfe Winkel

$\frac{c}{a} = 90^\circ\, 48'\, 20''$ liegt daher auf der Vorderseite und weicht kaum vom rechten ab.

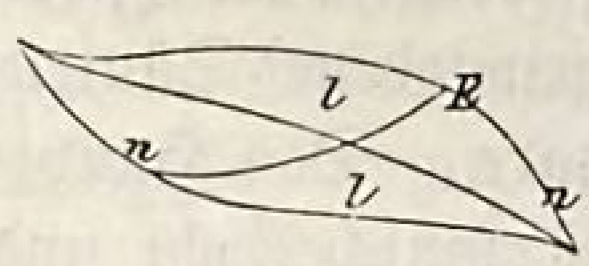
$$a : b : k = 6{,}577 : 9{,}648 : 0{,}0925 = \sqrt{43{,}26} : \sqrt{93{,}09} : \sqrt{0{,}0085}.$$
$$lga = 0{,}81805,\ lgb = 0{,}9844,\ lgk = 8{,}96614.$$

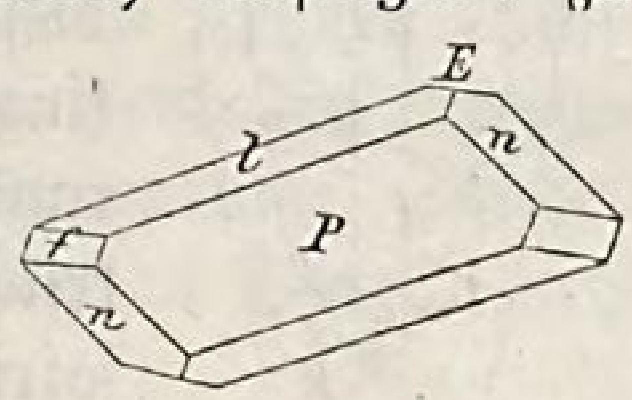
Die Krystalle aus den Salzgebirgen von Bex im untern Wallis zeichnen sich nicht blos durch besondere Klarheit aus, sondern zeigen auch in der Säulenzone eine ganze Reihe meßbarer Flächen: $o = a : \frac{1}{2}b : \infty c$, $r = a : \frac{1}{3}b : \infty c$, $m = a : \frac{1}{4}b : \infty c$, zwischen r/o noch $i = a : \frac{2}{5}b : \infty c$ rc. Bei verkürzten Säulen (Dürrenberg) entsteht eine förmliche gestreifte Kreislinie in dieser Zone. Dazu kommt auf der Hinterseite eine eigenthümlich gerundete Fläche $E = c : 3a' : \infty b$, die sich am Mont Martre, bei Berchtesgaden rc. zeigt, und die erste Veranlassung zur Linsenbildung gibt. In ihrer Diagonalzone liegen selten $u = 3a' : \frac{1}{4}b : c$ und $\omega = 3a' : \frac{3}{4}b : c$. In der Diagonalzone von T werden außer n noch $x = \frac{1}{3}a' : \frac{1}{8}b : c$ und $s = \frac{1}{3}a' : \frac{1}{12}b : c$ angegeben. Nehmen wir dazu $r = a : \frac{1}{4}b : c$, $k = \frac{1}{5}a : \frac{1}{12}b : c$ und die seltene Schiefendfläche $q = a : c : \infty b$, so sind das die wichtigsten Flächen.

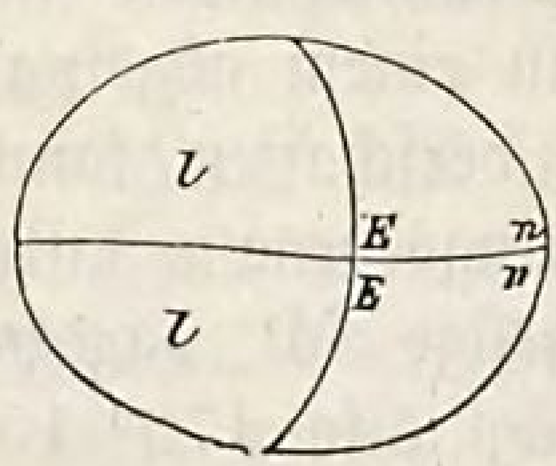


Naumann nimmt l 111 und n 1′11 als Oktaeder, dann ist a : b : c = 2,4 : 1,666 . . : 1, a/c vorn 99° 4′. Die Flächenausdrücke werden deßhalb einfacher: P 010, M 100, T 1′01, q 001, f 110, r 011, z 101, o 120, r 130, m 140, i 250, λ 230, μ 470, ϱ 270, π 290, E 1′03, k 131, s 1′31, x 1′21, ω 1′13, u 1′33. Auf den Schwefeldrusen von Girgenti nach Hessenberg die seltenen β 509 und δ 5′.10.12. Dr. Brezina (Tschermak Mineral. Mitth. 1872. 18) fügte dazu noch 111, 1′11, 1′13, 310, 210, 320, 490, 023, 103, 995, 733, 2′34.

Linsenförmige Krystalle lassen sich deutlich verfolgen: zunächst verkürzt sich die Säule, man erkennt aber noch sehr deutlich Pfln, wiewohl die Augitpaare l und n schon eine starke Rundung angenommen haben, so findet man sie am Mont Martre bei Paris. Dann aber verschwindet jede Spur von Säulenfläche, kaum bleibt in der Gegend von P bei unverletzten noch ein Schiller, die Buckel von c zeichnen sich aus, und von hier fällt dann die Linse nach allen Seiten hin schön gerundet ab: besonders instructiv in den Mergeln der Baculitenschichten von Leneschitz an der Eger, groß und prächtig zu Katscher bei Ratibor.



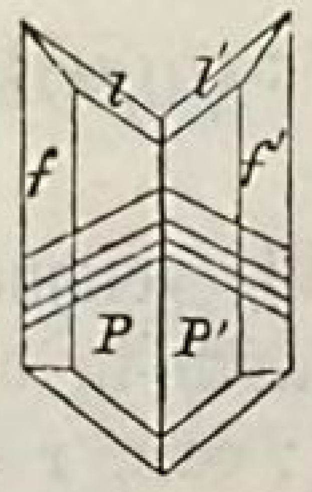




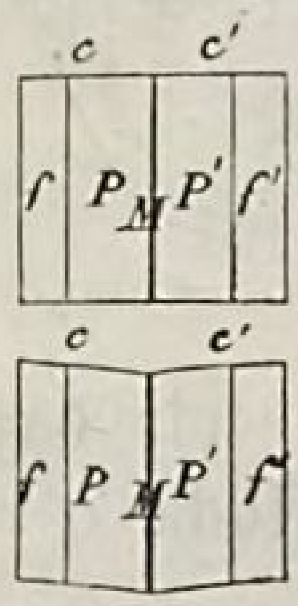
Zwillinge gibt es zweierlei, bei beiden spielt aber der Perlmutterbruch P ein. Am verbreitetsten finden sich

1. Die Zwillinge des Salzgebirges auf Drusenräumen: sie

haben die Säule ff gemein und liegen umgekehrt. Gewöhnlich legen sie sich genau mit dem muscheligen Bruch M an einander, und da sie nun

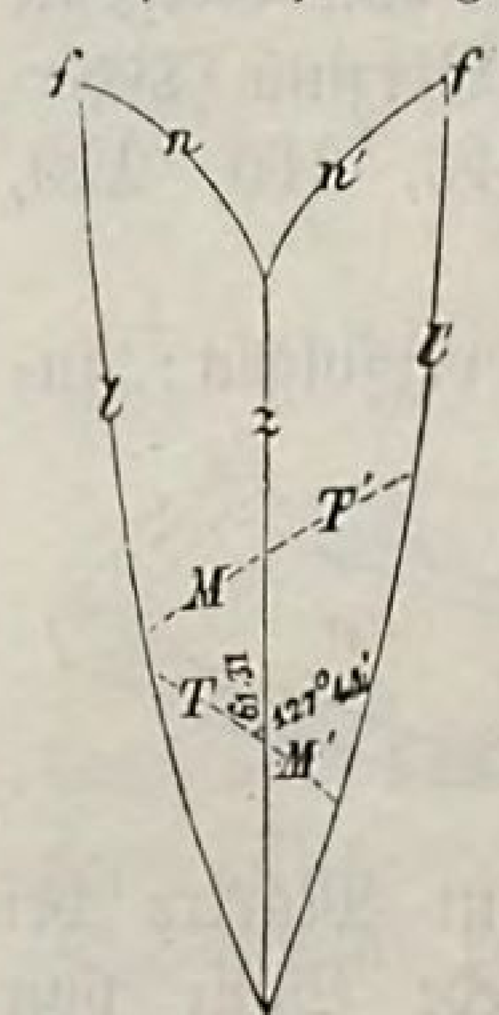


mit einem Ende aufwachsen, so ragt bald ein zweigliedriges Oktaeder, oder eine Gabel hinaus, die man gern mit einem Schwalbenschwanz vergleicht (Schwalbenschwanzwillinge). Wer auch die feine Linie der Zwillingsgränze auf P übersähe, den leitet doch der fasrige Bruch T, welcher durch P durchscheint, und in beiden Individuen an der Zwillingsgränze plötzlich aufhört. Bei Bex bilden umgekehrt die Flächen n den Schwanz (Hessenberg). Man findet häufig handgroße Platten, worin die Faserbrüche durch ihren Schnitt unter 132° 28′ noch deutlich die Zwillingsverwachsung anzeigen. Mitscherlich bediente sich dieser Krystalle auf ingeniöse Art (Abh. Berl. Akad. 1825 pag. 212), um



zu beweisen, daß sie durch Wärme nach verschiedenen Richtungen sich verschieden ausdehnen. Er schliff eine Geradendfläche c daran, die senkrecht gegen P und f steht, erwärmte oder erkältete, so kam oben am Schwanzende ein einspringender und unten ein ausspringender Winkel c c′. Bei 8° R. Temperaturdifferenz ändert sich der Winkel um 1½′. Dieß könnte nicht der Fall sein, wenn die Krystallsubstanz sich nach allen Richtungen gleich ausdehnte. Nach Pfaff (Pogg. Ann. 107. 161) übertrifft er sogar noch die Metalle. In der nördlichen Sahara liegen Schwalbenschwanzwillinge die 37 p. C. Sandkörner einschließen.

2. Pariser Zwillinge eingewachsen und nicht in Drusenräumen: es sind jene großen dem Optiker wohl bekannten weingelben Linsen, die



schon de la Hire (Mém. Acad. roy. 1710 pag. 342) studirte und Talc de plâtre nannte. Bei ihnen spiegelt auch P ein, allein sie haben nicht f/f sondern das Augitpaar l/l gemein; die Abstumpfungsfläche z der stumpfen Kante dieses Paares bildet immer die scharf erkennbare Zwillingsgränze, f ist der zur Schneide gewordene Säulenrand, l und n die Region der Augitpaare. Das Hauptkriterium liefern jedoch die Lagen des muscheligen und fasrigen Bruchs, die man sich leicht an einem abgespaltenen Zwillingsblatt durch Querbruch verschaffen kann: der fasrige Bruch T schneidet die Zwillingsebene z unter einem Winkel von 61° 31′, der muschelige M′ dagegen unter 127° 44′: der Winkel zwischen M′ und T beträgt also 170° 45′, daher liegen M und T′ in einer Flucht, die nur um 9° 15′ auf der Zwillingsgrenze geknickt ist. Es kommen nun freilich in Beziehung auf die Zwillingsgrenze und Größe der Individuen gar manche Modificationen vor, doch selten Schwierigkeiten. Lehrreich sind in dieser Beziehung die Zwillinge von

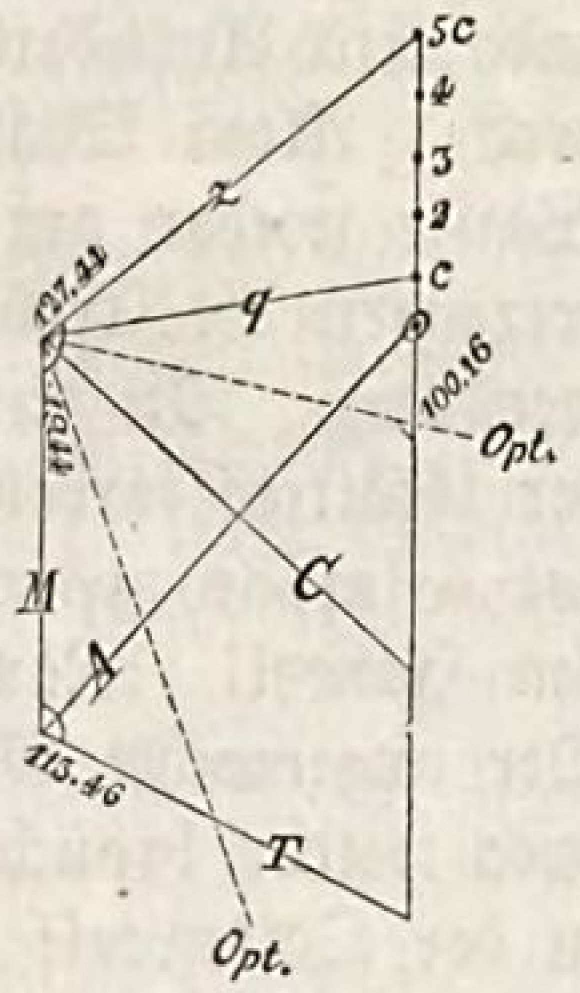
Morl bei Halle an der Saale, wahrscheinlich in die dortige Porzellanerde eingesprengt, die um und um ausgebildeten Individuen durch-

wachsen sich so, daß an beiden Enden ein schönes Oblongoktaeder f f f' f' entsteht. Nur mit Mühe finden sich die vollständigen Zwillingsgrenzen. An der Stelle des Paares l lagert sich eine drusige Schiefendfläche z = $\frac{1}{5}$a : c : ∞b, die mit P eine Oblongsäule bildet.



Die optischen Axen liegen im Blätterbruch P. Neumann (Pogg. Ann. 27. 240) suchte zu beweisen, daß die thermischen, optischen und krystallographischen Axen rechtwinklig seien und zusammenfallen; unter optischen die Fresnel'schen Elasticitätsaxen verstanden. Aber dann muß man die drei neuen krystallographischen Axen A b C auf folgende Weise wählen:

Axe b bleibt wie vorhin, und steht wie immer senkrecht auf die Medianebene P, in welcher auch A und C liegen. Verzeichnen wir uns nun die Tafel der drei Brüche von 113° 46', so macht Kante l/l = z = a : 5c mit M 127° 44'; Schiefendfläche q = a : c mit M 99° 28' und halbirt man diesen Winkel, so gibt das die optische Mittellinie C, welche Neumann als seine krystallographische Hauptaxe nimmt. Sie liegt im scharfen Winkel des Rhombus MT, und macht mit dem muscheligen Bruche M 49° 44' und mit dem fasrigen T 16° 30'. Zieht man nun A auf C senkrecht, so sind die neuen Axen für



f = A : b : C = 1,18 : 1,12 : 1.

M = A : C : ∞b, T = $\frac{1}{4}$A' : C : ∞b ꝛc.

Der Winkel der optischen Axen beträgt 60°, sie schneiden also C unter 30°. Beim Erwärmen nähern sich beide gegen einander jedoch in ungleichem Schritt pag. 127. Mittelst dieses Schemas kann man leicht die optischen Axen auf dem Blätterbruche P finden, man darf die Blätter nur auf unsere Figur legen. Prachtvoll sind die Farben dünner Blättchen im polarisirten Licht pag. 140, einfarbig, wenn gleich dick, mehrfarbig bei ungleicher Dicke. Die Newtonianischen Farbenringe zwischen dem Blätterbruch P, nicht selten beweglich beim geringsten Druck, sieht man oft.

Härte noch nicht 2. Mit einer geschnittenen Schreibfeder leicht in die Hand genommen bemerkt man deutlich, daß auf P parallel dem Faserbruch T die Feder nicht so stark wirkt als senkrecht dagegen. Gemein biegsam parallel dem fasrigen Bruch, und da er außerdem milde ist, so sind die Krystalle nach dieser Richtung oft auffallend gekrümmt. Parallel dem muscheligen Bruch ist er spröder, was man beim Zerbrechen dünner Blätter deutlich merkt. Fühlt sich wenig kalt an. Gew. 2,3. Oft ganz wasserhell, Farben stets von zufälligen Beimischungen.

$\dot{C}a\,\ddot{S} + 2\,\dot{H}$ mit 46,5 $\ddot{S}$, 32,6 $\dot{C}a$, 20,9 $\dot{H}$,

was schon Bergman 1788 fand. Gibt 18,6 Schwefel, so daß die Natur im Gyps den meisten Schwefel niedergelegt haben dürfte. Mittelst Chlor=

blei könnte die Schwefelsäure vielleicht gewonnen werden (Elsner chem. tech. Mitth. 1857. V. 188). Auf Kohle in der innern Flamme reducirt er sich zu Schwefelcalcium. Schmilzt wegen der dünnen Blättchen nicht sonderlich schwer zu einem weißen Email. In 408 Theilen Wasser, also 0,24 p. C., löslich, daher Quellen der Gypsformation stets gypshaltig. In Alkohol unlöslich. Säuren, namentlich auch etwas Kochsalz, vermehren die Löslichkeit, dennoch scheidet sich Gyps in concentrirter Soole aus, wie die schönen Krystalle in den Salzburger Soolenleitungen zeigen. Schon bei 109° R. gibt der Gyps alles Wasser ab, und erhitzt man ihn darüber, so brennt er sich todt, d. h. er nimmt kein Wasser wieder auf. Daher gibt er auch in concentrirter Salzlösung gekocht sein Wasser ab, und wird Anhydrit. Erhitzt man ihn darunter, etwa bis 90°, wo er noch ½ Atom Wasser hält, so nimmt er, mit Wasser gemischt, schnell das Wasser wieder auf, erhärtet und erwärmt sich dabei. Boraxlösungen verzögern die Erhärtung. Darauf beruht seine vielfache technische Anwendung. Die feinsten besonders zu Statuen brauchbaren Sorten liefert der blättrige farblose Gyps (omnium autem optimum fieri compertum est e lapide speculari Plin.), dieser kommt daher auch ungebrannt in den Handel. Man brennt ihn so lange, als das Aufwallen dauert. Der angemachte Gyps kocht zwar beim Brennen nicht auf, wird aber doch wieder brauchbar, Dingler Polyt. Journ. 180. 471. Gyps ist auch in der Oekonomie wichtig geworden: man streut ihn gepulvert roh oder besser gebrannt sparsam auf Futterkräuter (Klee, Lucerne, Esparsette), Lein und Hülsenfrüchte. Hanf und sumpfige Wiesen vertragen ihn nicht. Leguminosen und Cruciferen enthalten daher etwas Schwefel. Er wirkt auch gegen die Verunkrautung.

Seine Bildung findet sowohl auf trockenem als nassem Wege statt, Dr. Schacht fand sogar, daß in den Zellen, welche die Bastbündel unmittelbar umgeben, die häufigen Krystalle gewöhnlich Gyps seien, besonders schön bei Welwitschia. In vulkanischen Gegenden, wo Schwefelwasserstoff und schweflichte Säure fortwährend entweichen, kann es an Zersetzung der Kalkfelsen nicht fehlen, und wo Schwefelmetalle auf Erzgängen, besonders aber Schwefelkies in den Thonmergeln verwittern, tritt gern Gyps als Nebenprodukt auf. Doch spielt er auf Erzgängen als Ganggestein niemals eine Rolle, so schön andererseits die Krystalle in den Thonmergeln der Jura- und Kreideformation vorkommen, die lediglich dem dortigen Schwefelkies ihr Dasein verdanken dürften. Aber alles dieses sind verschwindende Mengen gegen die Stöcke und Lager sonderlich des Flözgebirges. Könnten wir auch für den fälschlich genannten Urgyps mit eingesprengtem Glimmer im Glimmerschiefer der Alpen (Val Canaria) oder für die mit Serpentin vorkommenden Stöcke der Pyrenäen die Schwefelsäurequelle im Innern der Erde suchen, so muß doch wohl die große Menge der folgenden Lager gleich aus dem Meerwasser, woraus sie sich niederschlugen, ihren Schwefelsäuregehalt bezogen haben. In Amerika finden sich Gypslager mit Salz schon unter der Steinkohlen-

formation, bei uns ist der von großen „Schlotten" durchzogene Zechsteingyps am Rande des Harzes der älteste, dann hat aber auch der Buntesandstein, Muschelkalk und Keuper bedeutende Lager, bis in das Tertiärgebirge herauf, ja die weiße Asche im Krater von Vulcano soll wesentlich aus Gyps bestehen.

Das Gypsgebirge ist nicht blos durch den Einschluß von Thierresten, besonders der Wirbelthiere, merkwürdig: Säugethierknochen bei Paris, Schildkröten am Hohenhöwen, Fischschuppen im Keupergyps ꝛc., woher der nicht seltene Gehalt an Bitumen erklärt werden könnte, sondern es bildet auch eine Fundgrube für ganz eigenthümliche Minerale: Boracit von Lüneburg, Aragonit und rothe Quarzkrystalle in Spanien und Südfrankreich, Bitterspath bei Hall in Tyrol, Schwefel, Cölestin ꝛc., und noch unbeantwortet ist die Frage, in welchem innern Zusammenhang er mit Anhydrit stehe.

Gypskrystalle schließen öfter bewegliche Wassertropfen ein. Sie tapeziren vor allem die Wände größerer und kleinerer Höhlen im Gypsgebirge aus, Wölbungen von mehreren Hundert Fuß Durchmesser findet man in den Alpen überkleidet, der kleinste Spalt reicht zu ihrer Bildung hin. Viele dieser Krystalle sind offenbar ganz neuern Ursprungs, denn in Bohrlöchern zu Wilhelmsglück bei Hall am Kocher fanden sich in Räumen, wo die Soole im Gebirge nur wenige Jahre stand, die schönsten Krystalle unter Verhältnissen, die es ganz außer Zweifel setzen, daß diese Soole selbst erst die Veranlassung zu jenen Krystallbildungen gegeben hat. In den Dornsteinen der Saline Rehme oberhalb Preußisch-Minden kann man die Gypskrystalle von mehr als ½ Zoll Größe sehr deutlich erkennen. Riesige Krystalle füllen nicht selten große Spalten aus: prachtvoll die schenkeldicken wasserhellen Zwillinge von Friedrichroda im Zechstein am Nordrande des Thüringer Waldes, die Flächen trotz der Größe scharf und meßbar, durch Druck oft wellig auf P senkrecht gegen c. Dann nimmt aber die Deutlichkeit der Krystallflächen ab, höchstens zeigt die Oberfläche linsenförmige Rundung, so findet man sie in riesenhafter Größe in einer Muschelkalkspalte des Siweckenberges bei Quedlinburg, weingelb oder wasserhell erfüllen sie in verworrener Masse Theile der Spalten, man kann hier die Blätter von mehr als Fuß Durchmesser bekommen, sie sind aber nicht ganz so hart und glasig, als die Pariser Zwillingslinsen, welche im Klebschiefer oder dichten Gypsgebirge eingesprengt liegen. Bei Wieliczca spricht man von Lachtergroßen Krystallen. Lehrreich sind die kleinen Krystalle aus dem Muschelkalkgyps von Iselshausen bei Nagold, woran l so ausgedehnt ist, daß man mittelst Erwärmen die Veränderung des optischen Axenwinkels unmittelbar wahrnehmen kann pag. 127.

Fraueneis (Marienglas) heißen in der Volkssprache schon längst die farblosen spättigen Massen. Da das Klare derselben ein Sinnbild der Keuschheit bot, so liebt man es, die Marienbilder damit zu schmücken, wie schon bei den Circensischen Spielen der Boden damit bestreut wurde »ut sit in commendatione candor.« Ohne Zweifel das Fensterglas,

lapis specularis (faciliore multo natura finditur in quamlibet tenues crustas Plinius hist. nat. 36. 45), das vorzugsweise aus Spanien kam, und 5' Durchmesser haben konnte. Auch von ihm glaubten die Alten, daß es wie der Bergkrystall gefrorenes Wasser sei, „denn wenn Thiere in solche Quellen fielen, so sei schon nach einem Jahre das Mark ihrer Knochen in den gleichen Stein verwandelt (hier schwebten dem Schriftsteller vielleicht die Kalkspäthe vor, welche man z. B. in den Markröhren bei Marathon findet), jetzt ertragen sie die stärksten Sonnenstrahlen." Er diente zu Bienenkörben, um die Bienen darin arbeiten zu sehen, Plin. 21. 47. Uebrigens verwechselten die Alten nicht blos den Glimmer damit, sondern alles was klar und blättrig war, namentlich Kalkspath und Schwerspath. So könnte Plin. 36. 45 schon auf den Schwerspath von Bologna (in Bononiensi Italiae etc.) angespielt haben, freilich kommen dort auch die klarsten Gypse der Welt in großen Linsen vor. Agricola deutet das griechische σεληνίτης (Mondstein) auf Gyps, und Plinius hist. nat. 37. 67 sagt: Selinitis ex candido translucet melleo fulgore, das könnte wohl auf die beim Gyps so häufige weingelbe Eisenfärbung anspielen, aber von einer Sicherheit kann bei solchen Deutungen entfernt nicht die Rede sein.

Fasergyps durchschwärmt gern das Gestein in Platten nach verschiedenen Richtungen. Parallel der Faser sieht man oft noch den ersten Blätterbruch P, ja in der Dauphiné finden sich handhohe Bänke, woran der muschelige Bruch noch schief die Faser schneidet, so daß die Faser ohne Zweifel mit der Bildung des fasrigen Bruchs T in engster Beziehung steht. Wird die Faser fein, so nimmt sie den schönsten Seidenglanz an, wie der Seidengyps von Ellrich bei Nordhausen, im Keuper der Schweiz ꝛc., zu Perlen geschliffen zeigen diese einen innern beim Drehen beweglichen Lichtschein. Der Querbruch senkrecht gegen die Faser ist matt. Uebrigens findet man in denen von schneeweißem Schiller blättriges farbloses Fraueneis, das seine Hauptaxe gern der Faser parallel stellt, und in diesen Fällen werden auch die Krystalle mit vom Schiller ergriffen. Als Federweiß im gemeinen Leben häufig mit Asbest verwechselt.

Alabaster (ἀλαβαστρίτης Theophrast), von der Stadt Alabastron, schneeweiße feinkörnige bis dichte Gypsmassen, die besonders schön am Fuße der Schweizerberge vorkommen. Noch heute werden sie in Italien vielfach verschliffen, vorzüglich der Genuesische. Im Alterthum diente der von Volterra zu Salbenbüchsen. Besonders schön sind die durch Eisenoxyd blaßroth gefärbten. Weicher als Marmor, aber auch zerbrechlicher. Hier schließen sich dann die dichten Gypsfelsen aller Art an, durch Thon und Bitumen dunkel gefärbt, wie der Thon- und Stückgyps im Mansfeldischen Zechstein; auch wohl mit Säuren brausend, wie der feinkörnige Pierre à platre von Paris mit 7,6 $\dot{C}a\,\ddot{C}$, 3,2 Thon, der aber gerade wegen dieses Gehaltes ein so vortreffliches technisches Material gibt. Im Schwäbischen und Fränkischen Keuper liegt sogar ein Oolithgyps, worin zierliche Kalkkörner von der Größe des Schießpulvers zahlreich einge-

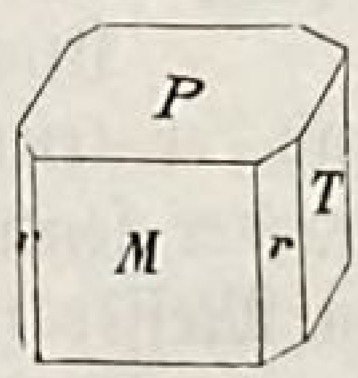
sprengt sind. In Babel und Ninive dienten die grauen Gypsmassen zu Königsgräbern und Riesenstatuen, wozu sie sich durch ihre Weichheit besonders empfehlen mochten.

Schaumkalk pag. 479 aus dem Zechstein gleicht einem gebrannten blättrigen Gypse, besteht aber aus reinem kohlensaurem Kalk, und ist ohne Zweifel eine Afterbildung, G. Rose meint nach Aragonit. Nach Sorby werden Gypskrystalle in einer Lösung von Soda zu kohlensaurem Kalk, und dieser in einer Lösung von Eisenchlorür zu kohlensaurem Eisenoxydul. Bei Meisdorf am Unterharz beutet man hohe Wände davon technisch aus. In Salzpfannen sondert sich Gyps (und Anhydrit) körnig ab. Auch kommt er erdig, gekrösförmig, in Kugeln 2c. vor.

2. Anhydrit.

Der Name „wasserfrei" im Gegensatz von Gyps sehr bezeichnend. Nach Fichtel (Mineral. Aufsätze. Wien 1794 pag. 228) kannte schon Abt Poda die späthigen Sorten von Hall in Tyrol. Mit Salz zusammen dort vorkommend, hielt man sie deßhalb für salzsauren Kalk, daher Muriacit, was Klaproth schon 1795 Beitr. I. 310 widerlegte. Gemäß der Analyse von Vauquelin nannte ihn Hauy Mineral. IV. 487 Chaux sulfatée anhydre, was Klaproth Beitr. IV. 225 in Anhydrit verkürzte. Für die blättrigen wählte Werner anfangs Würfelspath, Hausmann Karstenit.

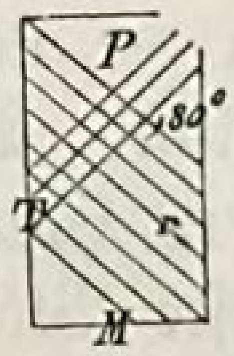
Zweigliedriges Krystallsystem, denn die Stücke zeigen deutlich dreierlei blättrige Brüche, die sich unter rechten Winkeln schneiden. Bei aufmerksamem Studium kann man diese selbst an Bruchstücken mit Sicherheit unterscheiden. Folgen wir Hauy (Mém. du Museum d'hist. nat. 1815 I. 91) so ist der

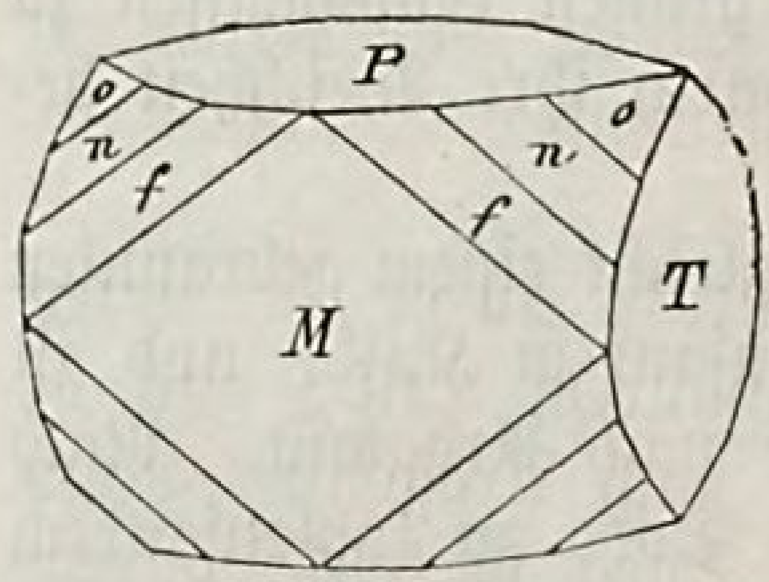


1ste Blätterbruch $T = b : \infty a : \infty c$ durch seinen schwachen Perlmutterglanz, der sich durch Erwärmen erhöht, und die Menge Neuton'scher Farben leicht zu erkennen, er ist so deutlich als beim Cyanit und hat auch ähnliche Querstreifen parallel Axe a. Der

2te Blätterbruch $P = c : \infty a : \infty b$, die Geradendfläche, ist ebenfalls parallel a gestreift, hat aber nur Glasglanz. Man kann zwar bei kleinen Stücken in augenblicklichen Zweifel gerathen, allein im Ganzen gewinnt er beim Zerschlagen nicht die Breite, wie der erste. Der

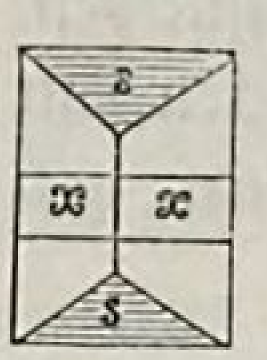
3te Blätterbruch $M = a : \infty b : \infty c$ tritt in den Krystallen immer als matte Fläche auf, was ihn auszeichnet, springt auch noch sehr glatt weg, zeigt aber keine Streifung. Schon der feine Beobachter Hauy bemerkt auf dem 2ten Blätterbruch P, wenn man quer durchsieht, öfter deutliche Streifen, die sich ungefähr unter 100^0 $(96\frac{1}{2})$ und 80^0 schneiden, sie entsprechen ohne Zweifel versteckten blättrigen Brüchen der rhombischen Säule $r = a : b : \infty c$, deren vorderer stumpfer Winkel durch die matte M, und deren scharfer durch den 1sten Blätterbruch T gerade abgestumpft wird.



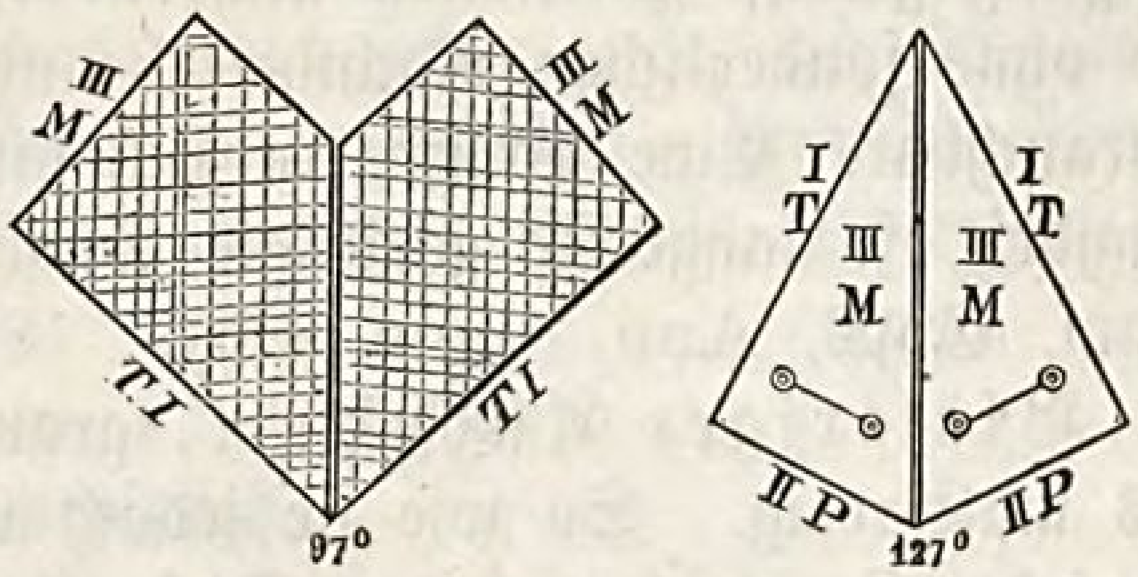


Man findet diese Säule recht ausgezeichnet bei den oft mehr als Zollgroßen blaurothen Krystallen von Hallein. Hauy beschrieb wahrscheinlich von Aussee eine seltene Varietät progressive mit PMT, und 3 Oktaedern o = a : b : c, n = b : c : $\frac{1}{2}$a, f = b : c : $\frac{1}{3}$a. Die Krystalle dehnen sich häufig nach der Axe a (P/T) strahlenförmig aus (Berchtesgaden), so daß die matte M als Geradendfläche erscheint.

Die Lage der + **optischen Axen** läßt sich mit dem Polarisationsmikroskop sofort entscheiden: man darf nur von den Strahlen bei Berchtesgaden parallel der matten Geradendfläche M ein Stückchen abspalten, so zeigen sich senkrecht gegen M in der Ebene des 2ten Blätterbruchs P die Lemniscaten. Folglich ist wie bei Schwerspath a optische Mittellinie, aber ab Ebene der optischen Axen. Hiermit hat man zugleich ein praktisches Mittel, die drei blättrigen Brüche TPM von einander zu unterscheiden. Miller (Pogg. Ann. 1843. 55. 526) und Grailich haben leider die Hauy'schen Buchstaben verstellt, was nothwendig verwirren muß. Descloizeaux (Ann. min. XI) blieb richtig beim Alten. Hessenberg (Abh. Senckenb. Nat. Ges. 1871 VIII. 6) nennt diese Polemik zwar unberechtigt, indem er den Hauy anders verstehen will, nimmt aber richtig, wie ich, unsern dritten Blätterbruch M als Ebene der optischen Axen, nur daß er ihn P heißt. Prüfen wir in dieser Beziehung die Oblongoktaeder im Kieserit von Staßfurth (Jahrb. 1862. 601): Säule x/x = 96° 30′ kehrt ihren stumpfen Winkel nach vorn, und wie schon die Querstreifung auf s andeutet so stumpft der **erste** Blätterbruch T dieselbe ab, das Licht aus dem Innern zeigt ihn auf das Bestimmteste; Risse quer dagegen deuten den **zweiten** Blätterbruch P an, er tritt auch als Geradendfläche an der Säule auf. Da nun die Oktaeder senkrecht nach dieser Richtung verlängert sind, so kann man mit dem Messer sich leicht Platten herausspalten, die aber nie Lemniscaten zeigen. Vom **dritten** Blätterbruch M nimmt man an wohlerhaltenen Oktaedern äußerlich durchaus nichts wahr, aber er läßt sich mit dem Messer darstellen, und zeigt dann die Lemniscaten. Uebrigens nimmt man bei klaren Krystallen schon unmittelbar, auf jeder Säulenfläche ein Auge wahr. Der Streit, ob M oder P deutlicher blättrig sei, ist ein ziemlich unnützer, das Wesen bleibt, sich durch den bloßen Anblick sofort in die Lage der optischen Axen hineinzufinden, dann folgt alles von selbst. Wenn also Axe a die optische Mittellinie bildet, so könnte, mit dem Hauy'schen Krystalle verglichen, x nicht gut r entsprechen, da der erste Blätterbruch T an r den scharfen und nicht den stumpfen Winkel abstumpft. Uebrigens kommen in der Zone x/x außerordentlich viele Flächen vor, worunter auch die r noch stecken könnte, während Säule s/s matt und quergestreift wohl vielerlei Winkel zeigt, sich aber nicht messen läßt.



Zwillinge von Berchtesgaden aus dem Salzgebirge und von Santorin aus einem Lavablock sind interessant, obwohl man nur Spaltstücke kennt: bei Berchtesgaden haben die Stücke r = a : b : ∞c gemein, und liegen umgekehrt. Die Streifen von r auf P schneiden sich unter 97°, und legen ihren stumpfen Winkel wie der dritte Blätterbruch (III) M, während der erste (I) T den scharfen abstumpfen würde. Die Santoriner kehren dagegen ihren dritten Blätterbruch (III) M nach oben, haben eine Säule c : 2b : ∞a gemein, und liegen umgekehrt. Die Brillen deuten die Lage der optischen Axenebenen an.



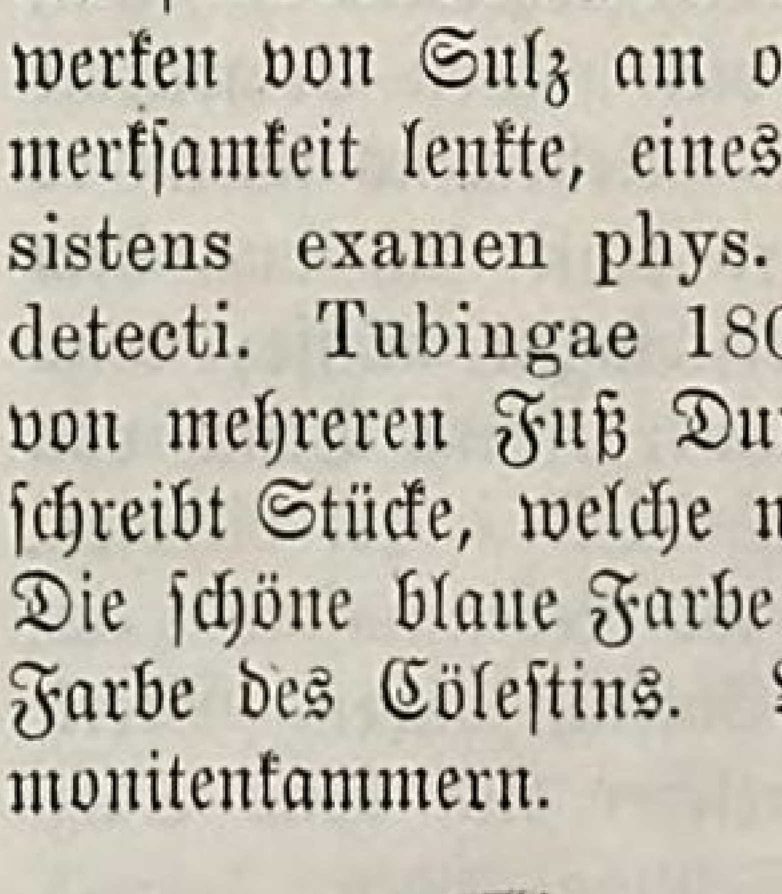
Reichlich Kalkspathhärte, Gew. 2,9. Feuchten Glasglanz und trübe zufällige Farben, worunter sich besonders Smalteblau auszeichnet, das von einem kleinen Bitumengehalt herzurühren scheint. Stark diamagnetisch.

Vor dem Löthrohr wird er nicht schnell weiß wie Gyps, schmilzt aber zuletzt ebenfalls zu Email, denn er besteht aus $\dot{C}a\ \dddot{S}$ mit 58,5 $\dddot{S}$, worin 23,4 Schwefel enthalten. Anhydrit, besonders pulverisirt, hat Neigung Wasser aufzunehmen, sich also in Gyps zu verwandeln. Bei Bex im Wallis soll das Gebirge an der Luft in wenigen Tagen aufschwellen und gypsig werden (Charpentier Mineral. Taschenb. 1821. 360). Man ist daher ziemlich allgemein der Ansicht, daß der meiste Gyps im Gebirge durch Aufnahme von Wasser aus Anhydrit entstanden sei. Anhydrit selbst sei gerade wegen seines Wassermangels auf heißem Wege gebildet. Erweisen läßt sich das aber nicht, denn wenn im Innern des Salzgebirges das Gypsgestein häufig in Anhydrit übergeht und sich damit auf das mannigfachste mischt, so könnte man eben so gut die Erklärungsweise umdrehen, und den Gyps als das ursprüngliche Wassergebilde ansehen, welcher durch das lange Lagern in der früher viel höhern Erdwärme langsam sich gebrannt und Wasser abgegeben habe. Uebrigens scheint es noch gar nicht so ausgemacht, ob der schwefelsaure Kalk sich aus dem Wasser unter allen Umständen wasserhaltig niederschlagen müsse, denn Johnston fand, daß in einem Dampfkessel, der unter einem Druck von 2 Atmosphären arbeitete, sich schon Krystalle von $\dot{C}a\ \dddot{S} + \frac{1}{2}\dot{H}$ bildeten, und in der Chemie gibt es gar manche Beispiele, wo Nebenumstände auf den Wassergehalt eines Salzes den wesentlichsten Einfluß haben. Merkwürdiger Weise scheint auch der Pfannenstein, welcher sich beim Salzsieden niederschlägt, Anhydrit zu sein, denn Prof. Fehling (Württ. Jahresh. 1849. 37) fand in den Sudpfannen von Hall bei einem Gehalt von 63 $\dot{C}a\ \dddot{S}$ noch nicht 3 p.C. $\dot{H}$, und da zugleich 14,3 $\dot{N}a\ \dddot{S}$ darin vorkommt, das zu seiner krystallinischen Constituirung auch des Wassers bedarf, so kann das kein Gyps sein. Durch Kochen in Salzsoole gibt Gyps sein Wasser ab pag. 534. Benetzt man die Stückchen wieder mit Wasser, so sieht man unter dem Mikroskop, wie sich die Partikelchen wieder in Gyps-

krystalle umsetzen, Monatsber. Berl. Akad. 1871. 378. Zuweilen, wie am Harze, ist der Gyps mit Anhydrit gemengt, wenn jedoch die Beimengung gewisse Portionen nicht übersteigt, so kann er ebenfalls gebrannt und ohne sonderlichen Nachtheil benutzt werden. Der reine Anhydrit ist unbrauchbar. Eine Pumpe in Schöningen bildete auf ihrer innern Röhre Anhydrit, so lange sie gesättigte Soole hob, als zufällig Süßwasser hinzukam, Gyps, Ann. Chim. Phys. 1873 Avril 504.

Blättriger Anhydrit, grau, schneeweiß, röthlich, bläulich, aber stets mattfarbig. So wie sie jedoch nur einigermaßen stark gefärbt sind, so wirken sie gleich auf das Dichroskop. Besonders reich sind die Alpinischen Salzwerke: Bex, Berchtesgaden, Hallein rc., wo sie der Bergmann lange vor den Gelehrten als schuppigen Gyps unterschied. Auf Erzgängen finden sie sich nur selten (Andreasberg, Kapnik), zuweilen sogar in den Laven der Somma und auf Santorin, wo sie durch Einwirkung von Fumarolen entstanden. Eingewachsen in Alpinischen Bergkrystallen und Lüneburger Boraciten.

Körniger Anhydrit zeigt einen eigenthümlichen feuchten Glasglanz, noch in dicken Stücken Durchscheinenheit, wie z. B. die grauen von Tiede bei Braunschweig, Bex, Vulpino östlich Bergamo (Vulpinit). Dieselben haben ganz das Korn des Statuenmarmors, und werden noch heute in Italien als Marmo bardiglio di Bergamo zu Kaminbekleidungen verwendet, enthält nach Vauquelin 8 p. C. Kieselerde, Hauy, Min. IV. 501. Plinius hist. natur. 37. 46 erwähnt eines Phengites (Leuchtstein), von der Härte des Marmor, weiß und durchscheinend, woraus Nero der Fortuna einen Tempel baute, der bei verschlossenen Thüren durch die Mauersteine Licht fallen ließ. Schon Agricola nat. foss. VII. 631 scheint diesen für körnigen Anhydrit gehalten zu haben, und die Ansicht hat allerdings große Wahrscheinlichkeit. Werner nannte bloß den smalteblauen Anhydrit, und hier genoßen die aus den Salzbergwerken von Sulz am obern Neckar, auf welche Rösler 1801 die Aufmerksamkeit lenkte, eines besondern Rufes (Dr. Lebret, dissert. inaug. sistens examen phys. chem. gypsi caerulei Sulzae ad Nicrum nuper detecti. Tubingae 1803). Sie kommen im dortigen Salzthon in Platten von mehreren Fuß Durchmesser vor, aber nur nesterweis. G. Rose beschreibt Stücke, welche noch die rohen Formen von Gyps erkennen lassen. Die schöne blaue Farbe schießt leider ab, und erinnert sehr an die gleiche Farbe des Cölestins. Am Sommeraukogel bei Hallstadt sogar in Ammonitenkammern.



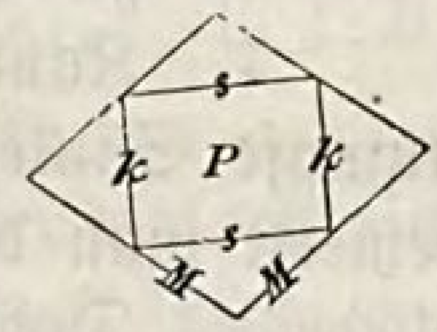
Dichter Anhydrit, in derben Massen, matt mit feinsplittrigem Bruch, meist grau und mit dichtem Fluß verwechselbar. Sehr eigenthümlich ist der Gekrösstein von Wieliçka und Bochnia, im reinen Steinsalze oder Salzthone sich ausscheidend. Eine blaßblaue dichte Substanz, die sich entweder kugelig zusammen=

zieht, oder faltige schnirkelförmig gekrümmte Platten bildet. Sie erinnern an den sogenannten Schlangenalabaster im Zechsteingyps des Harzes, der vielleicht ursprünglich auch Anhydrit war. Eine Spur von Faserung ist zwar da, aber dieselbe spricht sich doch nicht sicher aus, wie überhaupt fasrige Anhydrite zu den größten Seltenheiten gehören, denn die rothen von Berchtesgaden und Ischl sind mehr strahlige Krystalle, als eigentliche fasrige Bildungen.

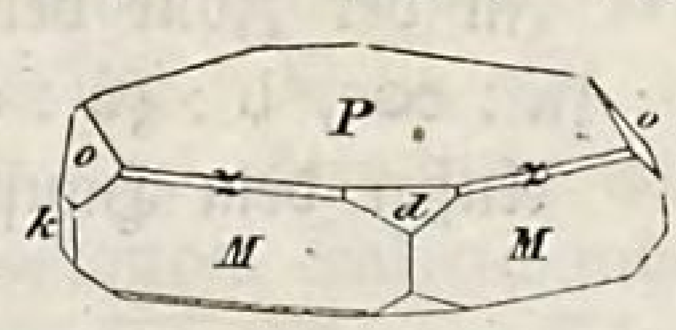
3. Schwerspath.

Ein alter passender bergmännischer Name, denn das Mineral ist auf Erzgängen so häufig, daß es nicht übersehen werden konnte, daher sagt schon Henkel in seiner Pyritologia, es gebe so „schweren Spat, daß man einen metallischen Cörper fast gewiß darinnen vermuthen sollte.“ Wie Plinius so stellte Wallerius ihn wegen seiner Blättrigkeit zum Gyps, Cronstedt um so mehr, weil er darin die Schwefelsäure bereits erkannte. Als nun aber Bergman 1781 die Baryterde darin entdeckte, so wurde er von Romé de l'Isle als Spath pesant ou séléniteux schon gut beschrieben. Baryt, Baryte sulfatée, Wolnyn. Kupfer hat ihn in seinem Handb. rechn. Krystallogr. pag. 358 ausführlich berechnet.

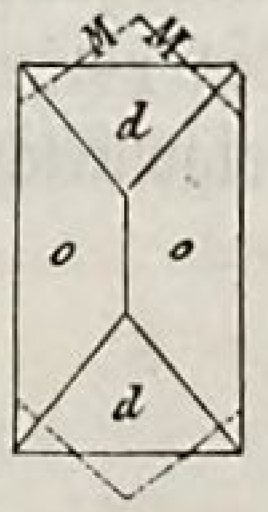
Zweigliedriges Krystallsystem mit großer Neigung zur Tafelbildung, immer leicht erkennbar an seinem dreifach blättrigen Bruch. Der 2te und 3te Blätterbruch M = a : b : ∞c bilden eine rhombische Säule von 101° 40′, gegen welche der 1ste Blätterbruch P = c : ∞a : ∞b rechtwinklig steht. Hauy (Ess. cryst. 121) nahm den Rhombus P 101° 32′ 13″ wie beim Kalkspath. Er sondert sich häufig schaalig ab, was seine Erkennung erschwert, und dadurch entstehen auf der Säule oft Sprünge, die nicht einander parallel gehen. Die einfachen Tafeln PMM, Hauy's Primitivform, finden sich besonders ausgezeichnet zu Ungarn, Schemnitz, Felsöbanya, ohne Spur einer andern Fläche.



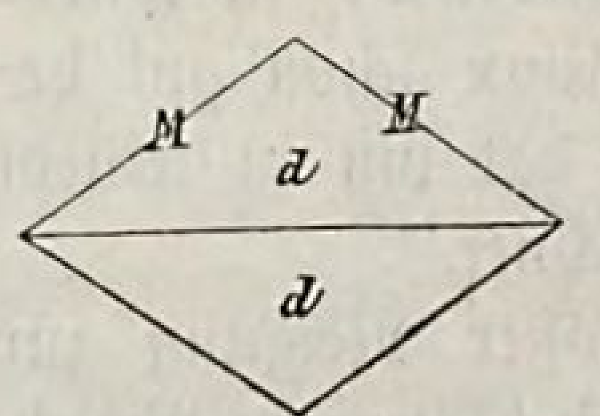
Durch gerade Abstumpfung der scharfen Kante k = b : ∞a : ∞c entstehen auf dem Pacherstollen bei Schemnitz einfache sechsseitige Tafeln, ebenso wird durch die Abstumpfung der stumpfen Kante s = a : ∞b : ∞c eine andere sechsseitige Tafel erzeugt. Aeußerst selten herrschen k und s mit P allein, dann entständen Oblongtafeln. Fläche k findet sich häufiger als s, aber beide gewöhnlich untergeordnet. Dazu treten dann Paare: auf die scharfe Säulenkante aufgesetzt o = b : c : ∞a bildet in b den stumpfen Winkel 105° 24′, auf die stumpfe d = 2a : c : ∞b bildet in a den scharfen 77° 43′; auch stumpft das Oktaeder z = a : b : c nicht selten, wenn auch ganz fein, die Kanten P/M ab. Aber trotz aller Abstumpfungen bleiben die Tafeln MMP noch so vorherrschend, daß man sich leicht zurecht findet. Legt man die Winkel M/M = 101° 40′ und o/o = 74° 36′ in c zu Grunde, so kommt



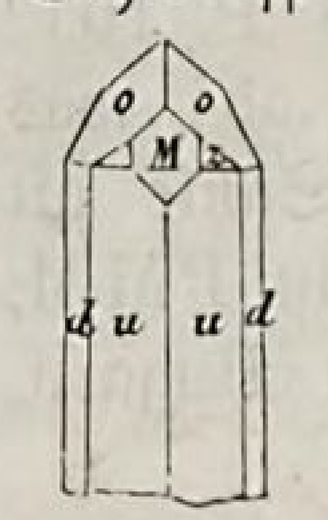
$a : b = \sqrt{0,3851} : \sqrt{0,5803} = 0,6206 : 0,7618$; lga 9,79279, lgb 9,88184. Dauber (Pogg. Ann. 108. 440) fand o/o 105.22, d/d 77.44. Die Flächen M bekommen nur selten eine etwas größere Ausdehnung, doch findet man zuweilen solche im Jurakalke der schwäbischen Alp. Dagegen



dehnen sich oftmals die Paare o und d zu Oblongoktaedern aus, wie die großen gelben Krystalle von Roya (Puy-de-Dôme), welche schon de l'Isle Essai 160 beschrieb. Die Flächen P stumpfen daran die Endecken, und MM die Seitenecken ab, und der stumpfe Säulenwinkel liegt wie die scharfe Seitenkante d/d des Oblongoktaeders. Fläche o hat meist das Uebergewicht über d, daher entsteht eine geschobene Säule o/o 74° 36', auf deren scharfe Kante das Paar d aufgesetzt ist. Doch kann auch umgekehrt d sich zu langer Säule entwickeln. Wenn P herrscht, wie auf der Grube Fabian bei Marienberg, Schriesheim im Odenwald, oder in den prachtvollen fußlangen und breiten Krystallen von Dufton &c., so entstehen Oblongtafeln, worin durch Sprünge sich die Blätterbrüche M



verrathen. Eine andere seltenere Art Oblongoktaeder (Horzewitz in Böhmen) entsteht durch Ausdehnung von d und M, es macht sich vorzugsweise d als Säule von 102° 17' geltend, auf deren scharfe Säulenkante der Blätterbruch M aufgesetzt ist, die Sprünge verrathen M gleich, P stumpft die stumpfe Säulenkante d/d ab. Dagegen herrschen o und M, wie beim Cölestin, selten beim Schwerspath.

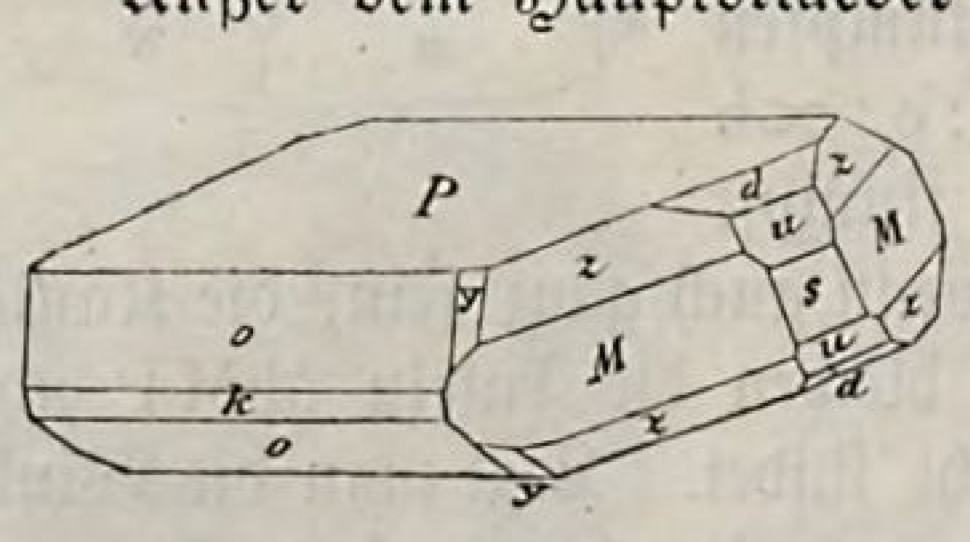


In der Zone der Axe b trifft man häufig außer d noch mehrere m = 4a : c : ∞b, r = 5a : c : ∞b, 8a : c : ∞b, endlich auch das zugehörige Paar u = a : c : ∞b 116° 21', welches sich bei den wasserhellen Krystallen von **Westphalen** zu langen Aragonitartigen Säulen entwickelt, dessen scharfe Kanten P abstumpfen würde, woraus die Lage von M auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzt folgt. Trotz der kleinen Oktaederflächen z bemerkt man doch deutlich, daß u M o in eine Zone fallen, also ein zweigliedriges Dodekaid bilden.

In der Zone der Axe a herrscht meist das zugehörige Paar o, selten die Flächen ε = 2b : c : ∞a und p = $\frac{1}{2}$b : c : ∞a, c : 8b : ∞a.

In der Zone der Axe c liegen: t = a : $\frac{1}{2}$b : ∞c, l = a : $\frac{1}{3}$b : ∞c, b : $\frac{1}{2}$a : ∞c, b : $\frac{1}{3}$a : ∞c, b : $\frac{1}{4}$a : ∞c, 2a : 3b : ∞c, 3a : 2b : ∞c.

Außer dem Hauptoktaeder z findet sich häufig y = 2a : b : c, die



Kante zwischen o und z abstumpfend, wie beistehender kleiner Krystall aus der Kammer eines großen Ammonites amaltheus des mittlern Lias beweist. Ueber z gibt außerdem Hauy f = a : b : $\frac{2}{3}$c und ϑ = a : b : $\frac{1}{2}$c an. Auf Gängen

im Gneise am nördlichen Odenwalde (Kl. Umstadt, Ob. Ostern) zwischen Darmstadt und Aschaffenburg liegen flächenreiche Krystalle von großer Schönheit. Hessenberg maß daran über f und ϑ sogar noch 4 Oktaeder $a : b : \frac{1}{3}c$, $a : b : \frac{1}{4}c$, $a : b : \frac{1}{5}c$, $a : b : \frac{1}{9}c$. Selten beim Wolnyn $v = a : 2b : c$. Besonders flächenreiche Krystalle kommen zu Vialas, Dep. Lozère (Jahrb. 1871. 753) und in den Eisensteine führenden untersilurischen Diabas bei Komarow in Böhmen (Jahrb. 1872. 876), so daß jetzt der Flächenreichthum noch Cölestin und Vitriolblei übertrifft, die man zur gegenseitigen Erläuterung benutzen kann.

Die + optischen Axen (Pogg. Ann. 82. 435) liegen in der Ebene ac, doch ist nicht Axe c, sondern die kurze vordere Seitenaxe a die optische Mittellinie, mit welcher sie 19°, also unter sich 38° machen. Genaue Untersuchungen stellte Heusser an (Pogg. Ann. 87. 458). Wenn die Krystalle nach der Axe b, besonders nach Säule u langgezogen sind, wie obiger Westphälische, so darf man sie bloß unter den Nicol halten, um so fort quer durch u die Bilder zu sehen. Sie haben starke Axenzerstreuung, denn das Centrum zeigt bei Medianstellung Roth außen und Blau innen scharf getrennt, woraus $\varrho > v$ folgen würde. Schleift man sie dagegen senkrecht gegen die Mittellinie a, so ist umgekehrt $\varrho < v$. Auch Cölestin und Vitriolblei lassen sich so unmittelbar durch u betrachten. Auf das Dichroskop wirken namentlich die gelben aus der Auvergne, das eine Bild wird auf Kosten des andern ganz saffrangelb; vergleiche ferner die himmelblauen von Naurod bei Wiesbaden. Thermoelektrisch.

Gew. 4,48, Härte 3—4. Glasglanz und farblos, weiß, grau, gelb, fleischroth, smalteblau, aber stets nur blasse Farben. Die Fleischrothen kann man mit Feldspath verwechseln. Leuchtet im Finstern, de l'Isle Crist. I. 582.

Vor dem Löthrohr schmilzt er schwer, leuchtet stark, färbt die Flamme gelblich grün, und reducirt sich zu Schwefelbarium, besonders mit Kohle, Zucker und einem Tropfen Steinöl in Pulverform gemischt.

$\dot{B}a\,\dddot{S}$ mit 65,6 Baryterde und 34,4 Schwefelsäure.

In Wasser, Säuren und Alkalien gänzlich unlöslich, daher Chlorbarium ein so empfindlich Reagenzmittel auf Schwefelsäure, und doch haben wohl alle Schwerspäthe sich nur auf nassem Wege gebildet, wenn gleich Manroß sie auch durch Zusammenschmelzen von $\dot{K}\,\dddot{S}$ mit Ba Gl erhielt. In heißen Quellen bildet er sich erst bei einer Temperatur unter 30°, ja er ist sogar in überheiztem Wasser von 240° C. löslich. $\dot{K}\,\dddot{C}r$ gibt mit Baryterdesalzen einen gelben Niederschlag von $\dot{B}a\,\dddot{C}r$, Strontian nicht. Baryterdehydrat reinigt die Melasse von Phosphorsauren Salzen, indem sich $\dot{B}a^3\,\ddot{\ddot{P}}$ bildet; Schwefelbaryum die Schwefelsäure von arseniger Säure. Die Meeresqualster von Callosphaera Huxleyi (Abh. Berl. Akad. 1858. 36) bei Messina enthalten kleine Krystalle von Cölestin oder Schwerspath. Man findet ihn hauptsächlich als Gangmittel: Grube Clara am Rankachthale (Nebenbach der Wolfach) auf dem Schwarzwalde baut auf einem Gange von 20'—40' Mächtigkeit, der durch Gneis in den Buntensand-

stein aufsetzt. Nur der jüngere bläuliche ist rein, der ältere enthält Kalk und Strontian. Das schneeweiße Mineral wird zur Versetzung des Bleiweiß, das mehr Oel aufnimmt, benutzt, aber theilweis durch Kuhlmanns künstliches Barytmehl (blanc fixe) verdrängt, das man als Nebenprodukt bei der Darstellung des Salpeters aus Chilisalpeter gewinnt, und in Amerika zur Bereitung von Papierkragen verwendet wird. Chilisalpeter mit $Ba\,Cl$ gibt Barytumnitrat, und dieses mit schwefelsaurem Kali Salpeter und $Ba\,\ddot{S}$. Besonders lieben Kobalt-, Manganerze und gediegenes Silber dieses Ganggestein. Zu Schemnitz in Ungarn durchdringt das so leicht schmelzbare Grauspießglanz und Rauschroth die schönsten Schwerspathtafeln, so daß dort eine Bildung auf heißem Wege zur Unmöglichkeit wird. Dazu kommt noch das häufige Auftreten von krystallinischen Massen in Kammern von Ammoniten, man zerschlägt wenige Ammonites angulatus, arietis, amalthei etc. des Lias vergeblich nach ihnen, selbst in den Terebrateln des braunen Jura habe ich die schönsten Krystalle gefunden. Baryterdehaltig sind ferner ganze Schichtensysteme des Keuper und Buntensandstein, so daß wir nach der Quelle von Schwererde nicht weit zu suchen haben. Eigentliches Versteinerungsmittel von Petrefakten ist Schwerspath selten, er tritt meist wohl nur in die hohlen Räume, welche die Petrefakten früher einnahmen, so z. B. in die Knochenzellen von Ichthyosauren. Auch bei Afterkrystallen spielt er keine sonderliche Rolle, obgleich beschrieben werden, z. B. von Quarz bei Schriesheim im Odenwalde.

Krystalle bildeten sich überall, wo Schwerspath nur Platz hatte zum freien Anschuß, wenigstens ist die Masse späthig, doch zeigt der erste Blätterbruch häufig Neigung zum Krummen, was vielleicht auch mit der vorherrschenden Tendenz, Tafeln zu erzeugen, in innerem Zusammenhange steht. Je dünner die Tafeln, desto lieber stellen sie sich auf die Kante, dieß hat Naumann bewogen, von der Hauy'schen Stellung abzuweichen, und u als Säule, folglich b als Hauptaxe zu wählen. Allein wenn man einmal abweichen will, so müßte a Hauptaxe sein, damit die optische Mittellinie damit zusammenfiele. Die Tafeln gruppiren sich zu halbkugeligen Rosetten, die sich auf das Mannigfaltigste in einander verschränken, aber in diesen Verschränkungen immer Buckel erzeugen. Es war dies Werner's „krummschaliger Schwerspath“, kammförmiger de l'Isle, Natrum cristatum Linné. Oft nur von Papierdicke gruppiren sie sich wie Tropfen auf Flußspath, kommen auch licht ziegelroth gefärbt in den dolomitischen Steinmergeln des Keuper vor.

Der graue Bologneser Spath aus dem Thone des Monte Paterno bei Bologna genoß bei den ältern Mineralogen einen gewissen Ruf, seit ein Schuster 1604 daselbst entdeckte, daß er mit brenzlichen Substanzen geglüht in der Finsterniß leuchte, wenn er vorher vom Sonnenlichte beschienen ist. Man setzt das Pulver mit Tragantschleim gemischt einer schwachen Rothglühhitze aus. Doch muß man die Temperatur genau treffen (Pogg. Ann. 133. 94). Der berühmte Daguerre füllte gestoßenen

Schwerspath in vorher entfettete Markröhren und glühte sie mehrmals in starker anhaltender Hitze. Er bekam dann eine schwefelfarbige Masse, die das ganze Zimmer erhellte, leider verminderte sich die Empfindlichkeit schon nach 48 Stunden sehr bedeutend (Pogg. Ann. 46. 612). Es sind geodenförmige Ausscheidungen, einige sehr späthig, doch neigen sie sich meistens in auffallender Weise zum Fasrigen, die Faser strahlt vom Innern der Kugel nach allen Seiten, senkrecht gegen die Faser scheint meistens P zu liegen, gern krummschalig werdend, und die beiden M gehen der Faser parallel. Ein kleiner Gehalt an schwefelsaurem Kalk (3—4 p. C.) ist wohl unwesentlich. Von dieser Faser verschieden ist Werner's

Stangenspath vom Lorenz Gegentrum an der Halsbrücke bei Freiberg. Dies sind gestreifte Säulen nach der Axe a ausgedehnt, den Streifen geht P parallel, und die Blätterbrüche M bilden am Ende ihre stumpfe Kante. Sie haben manchmal starken Seidenglanz, und könnten dann leicht für stangenförmiges Weißbleierz pag. 529 gehalten werden. Wenn die Masse ganz feinfasrig wird (fasriger Schwerspath), so nimmt sie eine ausgezeichnete Glaskopfstructur an (Chaude-fontaine bei Lüttich, Neu-Leiningen in der Rheinpfalz), aber selbst in diesen ist der Blätterbruch oft noch gut zu erkennen, er scheint die Lage wie beim Stangenspath zu haben. Die Farbe gewöhnlich nelkenbraun wird durch Verwitterung an der Oberfläche weiß, und zerfällt dann leicht zu

Schwerspatherde, die wie Bergmilch aussieht, aber durchaus nicht braust. Sie kommt gern auf Erzgängen vor (Freiberg, Derbyshire, Silberekel bei Hohengeroldseck 2c.), und läßt trotz des Erdigen ihre concentrisch schalige und fein fasrige Structur oft noch deutlich erkennen. Andere entsteht aus dem dichten Schwerspath mit splittrigem Bruch. Zuweilen kommt er auch in zuckerkörnigen Massen vor (Aschaffenburg) von feinem Korn wie carrarischer Marmor, aber nicht von der Weiße. Gewöhnlich zeigen sich jedoch derbe Massen etwas krummblättrig auf P und strahlig nach M, wie die schön fleischrothen auf den Kobaltgängen des Schwarzwaldes. Zuweilen auch blumig blättrig. Stalactitisch in Höhlen von Derbyshire.

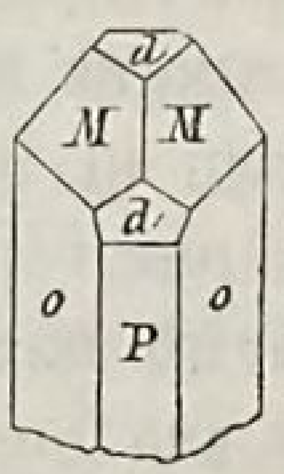
Hepatit hat man dunkelfarbige bituminöse von den Kongsberger Silbergängen und aus dem Alaunschiefer von Andrarum in Schonen genannt. Allomorphit aus den Ochergruben von Unterwirbach (Jahrb. 1839. 672) ist gestreifter Schwerspath mit eingesprengtem Kupferkies. Dreelit von der verlassenen Grube Nussière bei Beaujeu, Dep. Saône-et-Loire, hat 9,7 $\ddot{S}i$, 8 $\dot{C}a\,\ddot{C}$, 14,3 $\dot{C}a\,\ddot{S}$, 61,7 $\dot{B}a\,\ddot{S}$; sind erstere Substanzen unwesentlich, so kann man ihn für 3 $\dot{B}a\,\ddot{S} + \dot{C}a\,\ddot{S}$ ansehen. Er hat nach den Sprüngen zu urtheilen drei Blätterbrüche, die sich unter 93°—94° schneiden sollen, also auf ein Rhomboeder hinweisen würden. Calstronbaryt von Schoharie enthält sogar ansehnliche Mengen von Cölestin und Anhydrit, ohne an seiner Blättrigkeit einzubüßen.

4. Cölestin

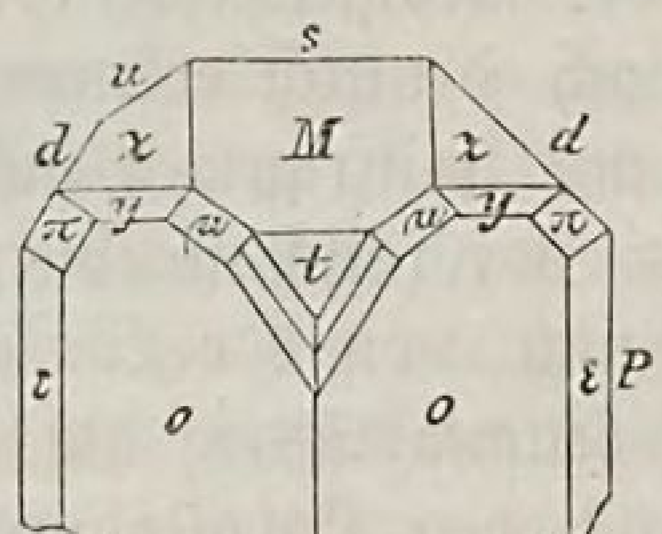
wurde von Werner nach seiner himmelblauen Farbe benannt, welche die ersten fasrigen Abänderungen aus dem Kalkstein von Frankstown in Pennsylvanien zeigten, auch Schützit nach dem Entdecker Schütz (Beschreibung einiger nordamerikanischer Fossilien, Leipzig 1791. 85). Zwar kannte schon Dolomieu die schönen farblosen aus dem Schwefelgebirge von Sicilien, doch verwechselte diese Romé de l'Isle noch mit Schwerspath (Sitzb. Wiener Akad. 59. 40).

Zweigliedrig wie Schwerspath aber aufrecht nach der optischen Mittellinie a. Der zweite und dritte Blätterbruch M = a : b : ∞c machen 104°, gegen welche der erste P = c : ∞a : ∞b senkrecht steht. Das auf die scharfe Säulenkante aufgesetzte Paar o = b : c : ∞a macht in Axe b 103°, daraus folgt:

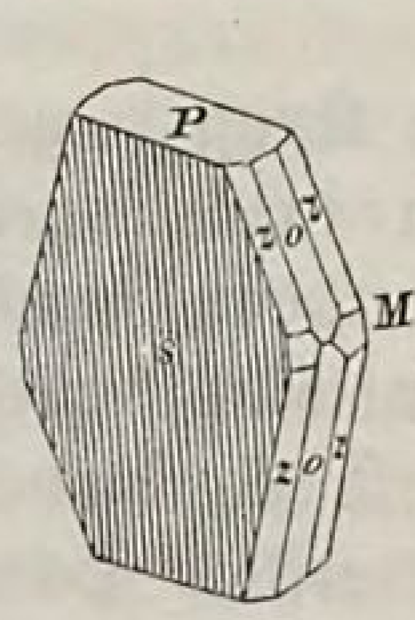
$$a : b = \sqrt{0{,}3862} : \sqrt{0{,}6326},\ \lg a = 9{,}79341,\ \lg b = 9{,}90060.$$



Ein kleiner Kalkgehalt scheint verändernd auf die Winkel zu wirken, doch besteht zwischen Calciumgehalt und Winkeländerung kein Gesetz (Jahrb. 1873. 186). Die farblosen Krystalle von Girgenti dehnen o zu einer langen Säule aus, deren scharfe Kante von 77° der erste Blätterbruch P abstumpft, die stumpfe Kante M/M schließt die Säule, denn das nicht zugehörige Paar d = 2a : c : ∞b tritt nur klein auf, macht aber die Fläche P zu einem Rechteck, wornach man sich leicht orientirt.



Der erste Blätterbruch P ist ausgezeichneter als beim Schwerspath, während der 2te und 3te M sich nicht so leicht darstellen lassen. Im tertiären Kalksteine von **Pschow** bei Ratibor kommen sehr flächenreiche Krystalle in ansehnlicher Menge vor (Borne Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1855. VII. 464, IX. 303). Auch sie sind nach Axe a verlängert P 001, s 100, M 110, o 011, u 101, d 102, t 120; $\mu = a : \frac{1}{3}b : \frac{1}{2}c$ liegt in Zone M/o und Diagonalzone d; wahrscheinlich $\varepsilon = 2b : c : \infty a$, $y = 2a : b : c$, dann müßte $\pi = \frac{1}{6}c : \frac{1}{4}b : a$ sein, da es in Zone d/o und y/ε fällt. Tafeln bilden die blauen Krystalle von **Leogang**, deren breite Fläche nicht P, sondern s = a : ∞b : ∞c ist, bauchig matt und parallel der Axe c gestreift; o = b : c : ∞a und Oktaeder z = a : b : c nebst P die Randflächen.



Die smalteblauen Krystalle aus den Kammern des Ammonites Parkinsonii und seiner Begleiter haben eine stark quergestreifte Säule M/M, P und o herrschen, letztere aber ist matt. Ueber d liegt noch l = 4a : c : ∞b, und wenn diese richtig ist, so kommt außer dem gewöhnlichen Oktaeder z noch ein Oktaeder v = 2b : $\frac{4}{3}$a : c vor, da es in den Zonen z/d und M/l liegt. Im Uebrigen sind die verschiedenen Krystalle dem Schwerspath so ähnlich, daß man äußerst vorsichtig in der Unterscheidung

sein muß. Wir erwähnen daher nur noch der Hauy'schen Varietät Apotome: es ist die Säule o = b : c : ∞a, auf welche ein spitzes Oktaeder n = b : c : ⅓a gerade aufgesetzt ist. Kleine Krystalle kommen in den Mergellagern des Tertiärgypses von Paris vor, wo sie auf Sprüngen und Klüften der dortigen Cölestinkugeln sitzen. Auch bei Jena fand Suckow n öfter (Pogg. Ann. 29. 504). Descloizeaux hat daher gemeint, daß der Calcit von Sangerhausen Afterkrystalle von ihm seien. Kenngott (Jahrb. 1875. 293) spricht auch von sicilianischen „Berührungszwillingen".

Gew. 3,9, Härte 3—4. Eine blaß smalteblaue Farbe verräth ihn öfter, dieselbe verschießt aber am Lichte, und ist wohl bituminös, wie bei Anhydrit. Axe a ist optische Mittellinie, nach welcher sich die Sicilianer ausgedehnt haben.

Vor dem Löthrohr verknistert er stark, schmilzt leichter als Schwerspath, und färbt die Flamme purpurroth, besonders wenn man ihn geglüht in Salzsäure taucht, wodurch er sich von Schwerspath unterscheidet. Kalksalze färben zwar ähnlich, aber nicht so schön. Mit Lithion kommt man nicht leicht in den Fall sie zu verwechseln. Der Rückstand auf Kohle ist Schwefelstrontium, welches in Salzsäure gelöst, abgedampft und mit Alkohol übergossen eine schön rothe Flamme gibt.

$\dot{Sr}\,\dddot{S}$ mit 56,5 Strontianerde und 43,5 Schwefelsäure.

Freilich oft verunreinigt. Diente früher in der Feuerwerkerei zu den bekannten Strontianpräparaten.

Dem Vorkommen nach ist er zwar bei weitem nicht in den Mengen als Schwerspath zu finden, doch trifft man ihn im Flözgebirge an den verschiedensten Orten. Die blauen Krystalle von Leogang und Herrengrund auf Erzgängen sind sehr bekannt, dann die farblosen mit Schwefel, Kalkspath und Gyps im Tertiärgebirge von Sicilien (Schwefelgruben von Girgenti, Cattolica rc.) Mokkatam, Kirgisensteppe (Kokscharow Mater. V. 7). In Kammern der Ammoniten des schwäbischen Jura sehr schöne blaue Krystalle, strahlig blättrige Massen im Muschelkalke und Jurakalke (Aarau), im Alpenkalke des Fassathales, im Muschelkalk von Rüdersdorf (Ztschr. d. geol. Ges. XXIV. 477), selbst in Höhlen der Mandelsteine von Montecchio Maggiore bei Vicenza. Breithaupt (Paragenesis 12 und 106) legt auf das Vorkommen über dem Kalkspath großes Gewicht.

Fasriger Cölestin fand sich 1819 (Pogg. Ann. 29. 504) vorzüglich schön in den mergeligen Lagen des untersten Muschelkalkes von Dornburg bei Jena, wo er früher gewonnen wurde (Pogg. Ann. 120. 637), und Platten von blauer Farbe wie Fasergyps bildet, aber die Faser ist wellig gekrümmt. Es gibt Stücke, woran der erste Blätterbruch senkrecht gegen die Faser in der Richtung der Platte steht, und dies sind die blauesten, bleicher werden die schiefen; auch sieht man auf der Platte selbst, daß sie aus in einander verschränkten Krystallen besteht. Die Farbe soll von $\dot{Fe}^3\,\dddot{P}$ kommen. Aehnliche Platten zu Bouvron bei Toul, Frankstown in Pennsylvanien im Kalkstein. Excentrisch fasrig findet man ihn zuweilen in den Ammonitenkammern des untern Lias. Bemerkenswerth ist der

frische und verwitterte von Nörten bei Hannover, welcher den dortigen Jurakalk in 3 Trummen von 2 Zoll Mächtigkeit durchsetzt. Gruner (Gilbert's Ann. 1819. Bd. 60. 72) hat gezeigt, daß dieser neben 73 $\dot{Sr}\,\dddot{S}$ 26 $\dot{Ba}\,\dddot{S}$ enthalte. Die meisten werden durch Verwitterung ganz mehlig, dann steigt umgekehrt die schwefelsaure Baryterde auf 75 p.C., wahrscheinlich weil der etwas löslichere Cölestin vorzugsweise von dem Tagewasser ausgelaugt wird. Thomson hat aus einem solchen von Kingstown in Ober-Canada eine besondere Species Barytocölestin gemacht, die Hr. Sartorius auch im Dolomit des Binnenthales krystallisirt nachwies. Solche Mitteldinge kommen auch in den Nummulithenkalken der Nilberge vor: in Wadi el Tih beträgt der Säulenwinkel 103°, liegt also zwischen Baryt und Cölestin. Die Schalen des Cerithium giganteum sind darin verwandelt (Württ. Jahresh. 1867. 288).

Cölestinknollen von Paris sehen zuckerkörnig wie Dolomit aus, und brausen etwas mit Säuren, weil sie bis 17 p.C. $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ enthalten. Andere gehen in's Dichte über. Ihr starkes Gewicht läßt sie ziemlich sicher erkennen. Bei Bristol kommt auch eine Abänderung mit 16,7 p.C. $\dot{Ca}\,\dddot{S}$ vor, und was dergleichen Verunreinigungen mehr sind.

5. Vitriolblei Wr.

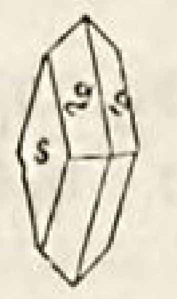
Andere drehten den Namen in Bleivitriol um, was nicht so passend scheint, denn zu den wahren Vitriolen würde Wasser gehören, Vitriol de Plomb (Proust Journ. phys. 1787 pag. 394). Der Oberhärzer Bergmann nannte es Bleiglas, wurde aber chemisch falsch gedeutet, bis Withering ihn auf der Insel Anglesea erkannte, daher von Beudant auch Anglesite genannt. Sulphate of lead. Plomb sulphaté.

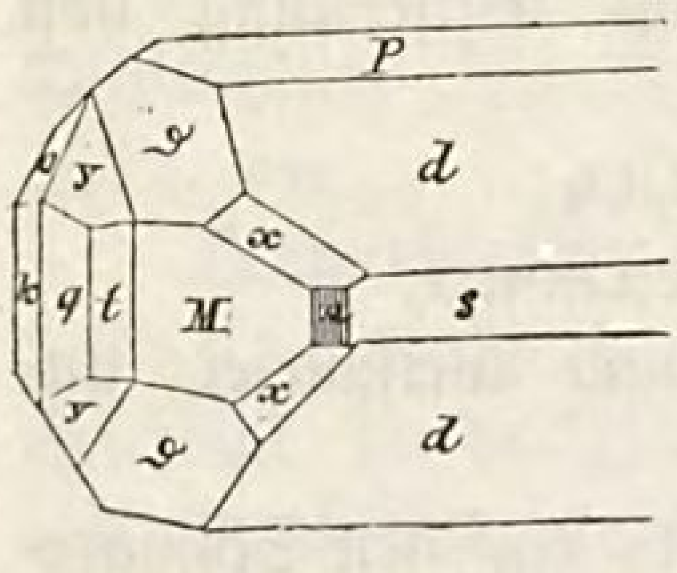
Zweigliedriges Krystallsystem mit großem Flächenreichthum, aber ganz nach Art der vorigen gebildet. $P = c : \infty a : \infty b$ deutlich blättrig, auch die Säulen $M = a : b : \infty c$ 103° 42′ verrathen sich nicht selten durch Sprünge. Das auf die scharfe Säulenkante aufgesetzte Paar $o = b : c : \infty a$ macht in der Axe b 104° 30′, daraus ergibt sich

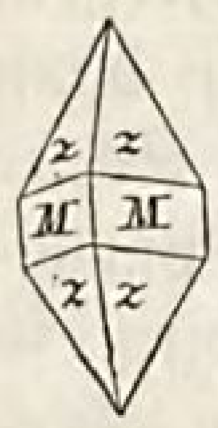
$a : b = 0{,}608 : 0{,}774 = \sqrt{0{,}37} : \sqrt{0{,}6}$, lga = 9,78405, lgb = 9,88890.

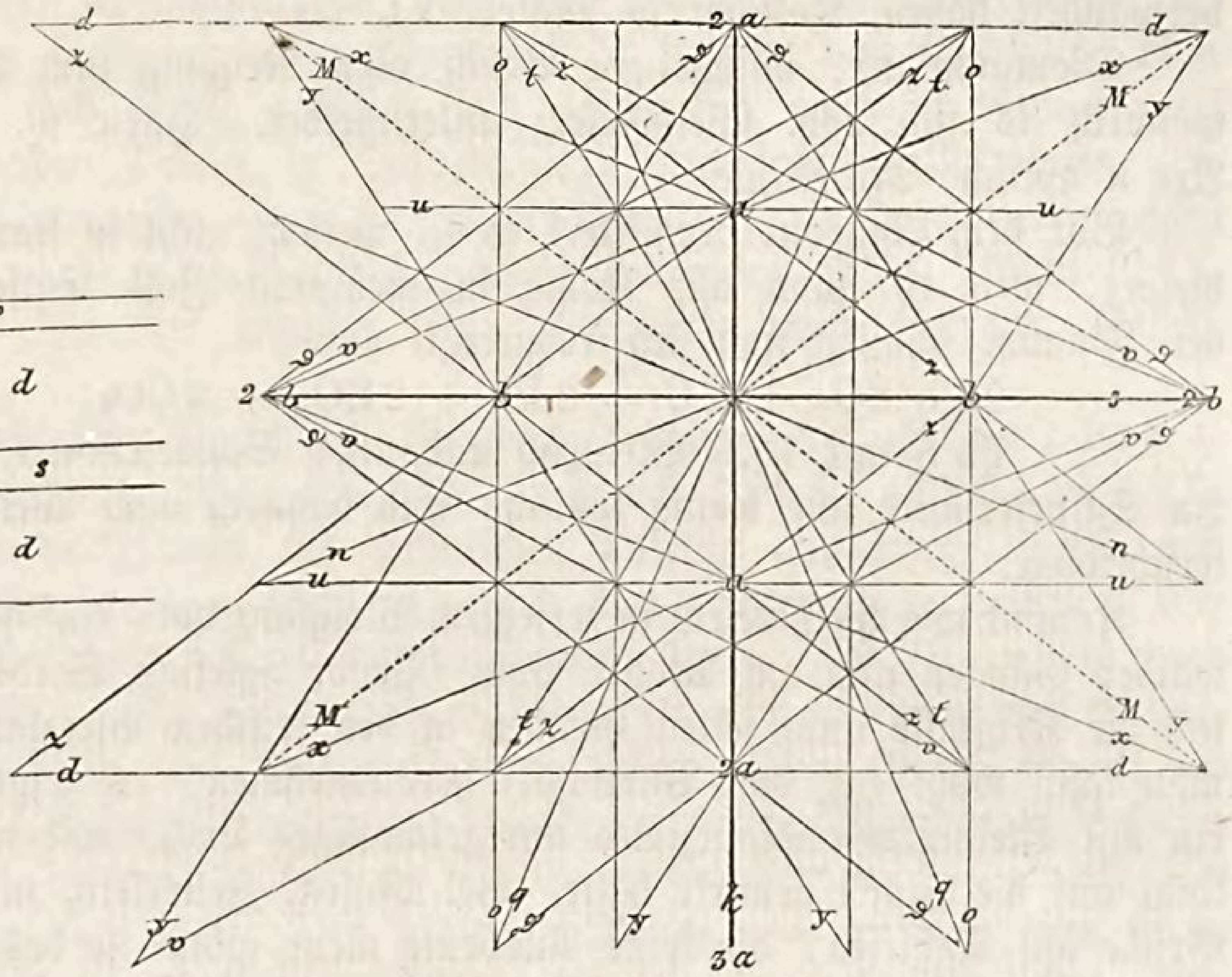
Kokscharow (Pogg. Ann. 91. 156) fand M/M = 103° 43′ 30″, o/o = 104° 24′ 30″. Hr. v. Lang (Sitzungsb. Wien. Akad. 1859. 36. 241) weist in seiner ausführlichen Monographie 89 Parallelräume nach, unter den schwerspathartigen Krystallisationen lange der größte Reichthum. Jetzt weist ihm Helmhacker (Jahrb. 1872. 876) 36 Formen, dem Cölestin 47 und dem Baryt 59 an. Die Erfahrung wird das ohne Zweifel mit der Zeit immer mehr ausgleichen. Die kleinen wasserhellen Krystalle von Hausbaden, dem Herrenseegen auf dem Schwarzwalde und Monte Poni auf Sardinien gleichen brillantirten Diamanten: wir machen daher die wichtigsten Flächen in nachfolgender Projection auf P übersichtlich, stets die Buchstaben wie beim Schwerspath und Cölestin brauchend:

Vitriolblei auf P = c : ∞a : ∞b projicirt.









Bei Müsen findet sich die Säule M mit Geradendfläche P, und in den großen Stücken vom Herrenseegen kann man namentlich den ersten blättrigen Bruch so deutlich erkennen, daß man sich nach ihm orientirt. Das Paar d = 2a : c : ∞b auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzt macht in d/P 140° 34'. Dasselbe dehnt sich häufig zur Säule von 78° 48' aus, deren stumpfe Kante der Blätterbruch P gerade abstumpft. Bei complicirten Krystallen des Schwarzwaldes findet sich die Säulenzone M/M stark ausgebildet, darunter erkennt man s = a : ∞b : ∞c und k = b : ∞a : ∞c leicht. Säule M muß man sich durch Messung bestimmen, zwischen ihr und k liegen dann noch zwei gut spiegelnde Flächen t = a : $\frac{1}{2}$b : ∞c und q = a : $\frac{1}{3}$b : ∞c. Oktaeder z = a : b : c scheint bei Müsen selbstständig mit der Säule M vorzukommen; Dufrénoy gibt es von der Grube Hausbaden an, ich kenne von dort nur das selbstständige ϑ = c : 2a : 2b mit s = a : ∞b : ∞c, was man freilich leicht damit verwechseln kann, allein man kennt es an den Streifen, die sich auf den Krystallen jener eingegangenen Grube zwischen M/s finden. Ueberhaupt herrscht in den Schwarzwälder Krystallen selten z, sondern außer ϑ noch y = 2a : b : c, beide aus der Diagonalzone von d. Eine kleine Oktaederfläche, die Kante d/o abstumpfend, wird ohne Zweifel Naumann's v = 2b : $\frac{4}{3}$a : c sein. Unter z kommt noch eine kleine Abstumpfung vor, sie mag a : b : 2c gehen, während Naumann darüber eine a : b : $\frac{1}{6}$c angibt. Dazu kommen weiter x = a : c : 2b, a : c : $\frac{1}{2}$b, a : $\frac{1}{2}$b : $\frac{1}{3}$c, a : $\frac{1}{3}$b : $\frac{1}{2}$c, a : $\frac{1}{4}$b : $\frac{1}{2}$c; die gestreifte n = a : 2b : ∞c, $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{4}$b : ∞c, m = 4a : c : ∞b, p = $\frac{1}{2}$b : c : ∞a, $\frac{1}{8}$b : c : ∞a und andere Paare.

Zuweilen zeigt das Hauptoktaeder 111 auch tetraedrische Verziehungen. In Transbaikalien Afterkrystalle von 6 cm Durchmesser, die sich in $\dot{P}b\ddot{C}$ verwandelt haben, Kokscharow Mater. VI. 115.

Diamantglanz, muscheliger Bruch ohne Neigung zum Seidenglanz, wodurch es sich vom Weißbleierz unterscheidet. Härte 3, Gew. 6,4. Axe a optische Mittellinie.

Vor dem Löthrohr verknistert es bei weitem nicht so stark als Weißbleierz, weil es schon auf Kohle in mehreren Zoll Entfernung von der Flamme schmilzt und sich reducirt:

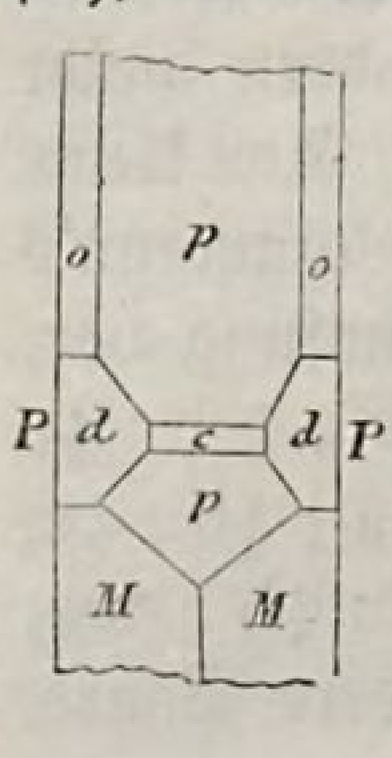
$$2\,Pb\,SO_4 + 2\,C = 2\,Pb + 2\,SO_2 + 2\,CO_2.$$

$\dot{P}b\dddot{S}$ mit 73,6 Bleioxyd und 26,4 Schwefelsäure.

In Salpetersäure nur wenig löslich, und dadurch vom Weißbleierz unterscheidbar.

Kommt wie Weißbleierz in zersetztem Bleiglanz vor. Auf den Schwarzwälder Gängen und am Monte Poni (Prov. Iglesias Sardinien) haben sich die Krystalle nicht selten Gruben in den frischen Bleiglanz gefressen, man kann wohl gar das Vitriolblei herausnehmen, es zeigt sich dann ein mit Bleimulm austapezirtes unregelmäßiges Loch, wie wenn Säure lokal auf die Stücke gewirkt hätte. Bei Müsen, Zellerfeld, in der Parys-Grube auf Anglesea, die keine Ausbeute mehr gibt, ist das Gebirge so stark zerfressen, daß vom Kupferkies nur ockeriger Brauneisenstein überblieb. Leadhills und Wanlockhead in Schottland, Linares in Spanien, Nertschinsk, Goldgänge von Beresowsk. Fällt auch als wohlfeiles Nebenprodukt bei Kattunfärbereien.

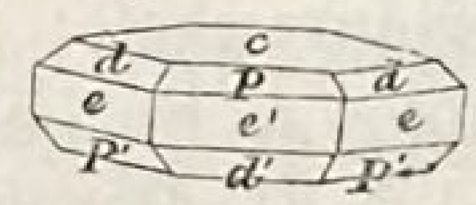
Bleilasur Breith. von Leadhills und Linares (Linarit), auch im Kinzigthal vom Herrenseegen und bei Müsen, zeichnet sich durch seine prachtvoll lasurblaue Farbe aus. Uebrigens im wesentlichen $\dot{P}b\dddot{S} + \dot{C}u\dot{H}$, 20 $\dot{C}u$, 5 $\dot{H}$. Von Brooke 2 + 1gl. beschrieben: eine geschobene Säule M/M macht vorn 61°, die blättrige Schiefendfläche P macht mit M 96° 25′. Den deutlichsten Blätterbruch soll jedoch die Abstumpfungsfläche der vordern scharfen Kante a = a : ∞b : ∞c bilden, und die beiden Blätterbrüche a/P schneiden sich vorn unter 102° 45′. Auf der hintern Ecke mehrere Abstumpfungen. Hessenberg (Abh. Senckenb. Nat. Ges. 1864. V. 263) bestimmte noch eine ganze Reihe neuer Flächen. Nach Lévy (Descr. min. II. 455) häufig Zwillinge, welche die Säule gemein haben und umgekehrt liegen. Mit Soda auf Kohle reducirt es sich leicht, das Blei verflüchtigt sich, und eine kleine Kupferkugel bleibt zurück.

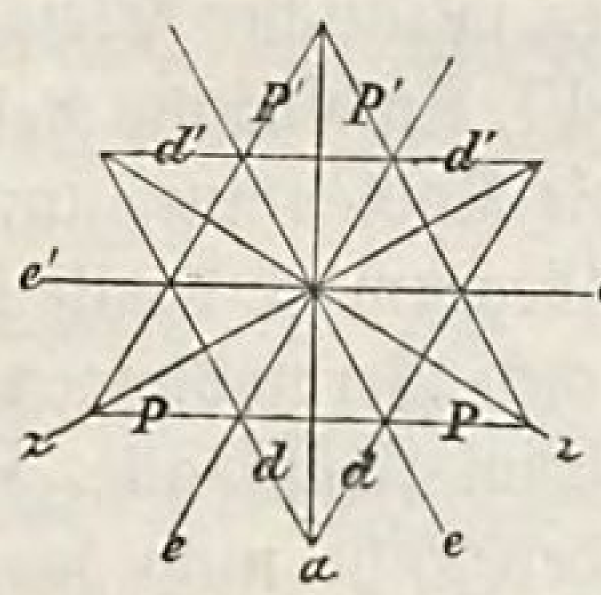


Bleisulphatocarbonat (Lanarkit) $\dot{P}b\dddot{S} + \dot{P}b\ddot{C}$, daher auch Halbvitriolblei genannt. Reichlich Gypshärte, Diamantglanz im Querbruch, und hohes Gewicht 6,5—7. Eine geschobene Säule M = a : b : ∞c macht vorn 130°, der ausgezeichnete Blätterbruch P = b : ∞a : ∞c stumpft die scharfe Kante ab. Die Geradendfläche c = c : ∞a : ∞b weicht nicht viel vom rechten Winkel gegen Axe c ab (91.49). Das Paar p = a : c : ∞b auf die stumpfe Säulenkante

aufgesetzt schneidet sich in c unter 120° 30′, ein anderes d = b : c : ∞a stumpft die Kante P/c ab, daher die Geradendfläche c ein Rechteck. Anderer kleinerer Abstumpfungen nicht zu erwähnen, die allerdings eine 2+1gliedrige Ordnung haben könnten. Er stammt von Leadhills, diese Schottischen sind häufig grünlich und zeigen sich meist in dünnen perlmutterglänzenden Tafeln, in Salpetersäure entwickeln sie Luftblasen, zerfallen und hinterlassen einen weißen Rückstand. Nach Descloizeaux zeigen die Nadeln »une magnifique dispersion inclinée«. Nach Pisani $\dot{P}b^2\ddot{S}$, Kohlensäure soll nur zufällig sein. Vergleiche auch Schrauf, Jahrb. 1873. 645.

Ternärbleierz (Leadhillit, Sulphato-tricarbonat of Lead) $\dot{P}b\ddot{S}$ + 3 $\dot{P}b\ddot{C}$, nach Hintze (Pogg. Ann. 152. 256) jedoch 2 $\dot{P}b\ddot{S}$ + 4 $\dot{P}b\ddot{C}$ + $\dot{P}b$ + 2 $\dot{H}$. Erscheint in perlgrauen bis grünlichen Tafeln, gypsartig, weich und blättrig, Diamantglanz, Gew. 6,4 und Vorkommen in zerfressenem Gestein von Leadhills (Brooke Edinburgh Phil. Journ. 1820. III. 117) läßt es leicht erkennen. Mit Salpetersäure behandelt gibt es einen weißen pulverigen Rückstand von Schwefelsaurem Blei. Lévy (Descr. min. II. 461) beschreibt in Uebereinstimmung mit Brooke 3gliedrige Rhomboeder P = a : a von 72° 30′ in den Endkanten, mit Gegenrhomboeder d = a′ : a′, 1ste Säule e = a : a : ∞c. Der blättrige Bruch c = c : ∞a : ∞a ist so deutlich, daß man beliebige Blätter abspalten kann, die Brewster (Isis 1824. 1155) — optisch 2axig fand mit einem blauen Centralfelde, also v > ρ. Das ist ein außerordentlich praktisches Hilfsmittel. Auch auf dem Herrenseegen kamen im zersetzten Kupferkies farblose Platten wie Fraueneis vor, die dasselbe optische Verhalten zeigen. Der Winkel der optischen Axen ist klein, Descloizeaux gibt 2 V = 10° 35′ an, aber durch Erwärmen wird der Winkel schnell kleiner fast bis zur Einaxigkeit. Haidinger fand ebenfalls Winkelunterschiede, wornach es 2+1gliedrige Tafeln wären: e = a : b : ∞c macht eine rhombische Säule von 59° 40′ durch e′ = a : ∞b : ∞c gerade abgestumpft. Das Hauptrhomboeder zerfiele in P = ½a : ∞b : c und P′ = a′ : b : c in der hintern Kante 72° 10′, der blättrige Bruch c macht mit e′ vorn 90° 29′, der Winkel, unter welchem sich die Axen a/c vorn schneiden würden. Das Gegenrhomboeder d = a : b : c macht daher vorn eine etwas größere Kante 72° 37′ als P′/P′ hinten, d′ = ½a′ : ∞b : c.





Auffallend sind die bei 2 + 1gliedrigen Systemen ungewöhnlichen Drillinge: dieselben haben die Säulenfläche z = b : ⅓a : ∞c gemein, welche 3gliedrig genommen der 2ten sechsseitigen Säule entspricht. Da dieselbe in ihrem stumpfen Winkel 119° 40′ macht, so füllen drei Individuen einen Raum von 359°, und die ganze Anordnung sieht auffallend dreigliedrig aus. Auch das polarisirte Licht läßt deutliche Zwillingsstreifen wie beim Aragonit hervortreten. Dagegen sollen die kleinen grünen Krystalle des Susannit vom Susannen-Gange bei Leadhills

rhomboedrisch bei gleicher Zusammensetzung sein. Descloizeaux (Manuel II. 158) fand den scharfen Endkantenwinkel 79.29. Maxit (Jahrb. 1872. 508) von Iglesias soll nach Herrn Bertrand veränderter Leadhillit sein.

Obiges Bleisulphatocarbonat kommt in Begleitung des Leadhillit in Lanarkshire vor, und scheint mehr Stängel und Strahlen als deutliche Krystalle zu bilden. Auch Haidinger beschreibt es augitisch mit einem „sehr vollkommenen" Blätterbruch. Zepharovich gibt es aus Tyrol an. Die Dinge sind mit andern Bleierzen so durchwachsen, daß es schwer hält, sich ohne chemische Analysen durchzufinden. Kokscharow erwähnt den Leadhillit auch von Nertschinsk, wo bekanntlich Weißbleierz so vortrefflich bricht.

Halblasurblei (Caledonit) $3 \dot{Pb} \ddot{S} + 2 \dot{Pb} \ddot{C} + \dot{Cu} \ddot{C}$, Cupreous sulphatocarbonate of lead, spangrün. Wird 2gliedrig beschrieben: eine blättrige rhombische Säule von 95° mit Geradendfläche und abgestumpfter scharfer Säulenkante. Entwickelt sich daher schwerspathartig. Leadhills. Hessenberg Abh. Senckenb. N. Ges. 1870 VII. 305.

Selenigsaures Bleioxyd $\dot{Pb} \ddot{Se}$ (Glasbachit) führt Kersten von Tannenglasbach bei Gabel ohnweit Hildburghausen an (Pogg. Ann. 46. 265). Es scheint durch Verwitterung des mitvorkommenden Selenkupferblei's entstanden zu sein. Kleine schwefelgelbe fasrige Kugeln mit einem deutlich blättrigen Bruch, Kalkspathhärte. Schmilzt leicht unter starkem Selengeruch. Die löslichen schwefelsauren Salze später.

Fluoride.

Fluor ist zwar hauptsächlich im Flußspath niedergelegt, allein es gibt namentlich unter den Silicaten mehrere mit einem nicht unwichtigen Flußsäuregehalt: die verschiedenen Glimmersorten 0,1—10,4 Fl, Hornblende 1,5 Fl, Chondrodit 7—10 Fl, Topas 14 Fl, Ichthyophthalm ¼—1,5 Fl, Karpholit 1,5 Fl, Parisit 2,5 Fl, Leucophan 6,2 Fl. Unter den salinischen Steinen hat Fluorapatit 1,25 Fl, Wagnerit 6,2 Fl, Wavellit 3 Fl, Amblygonit 8,1 Fl; unter den oxydischen Erzen Pyrochlor 3,23 ꝛc. Frei wie Kohlensäure in manchen Wassern, namentlich auch im Meere. „Seine „Gegenwart durch das Löthrohr zu erforschen, ist minder leicht bei sol„chen Verbindungen, wo es einen wesentlichen Bestandtheil ausmacht, z. B. „beim Flußspath, Kryolith ꝛc., weil die Fluorwasserstoffsäure hier von „der Hitze nicht so ausgejagt wird, wie da, wo sie blos ein zufälliger „Bestandtheil zu sein scheint, wie z. B. im Glimmer, in der Hornblende ꝛc., „bei welchen zufolge der veränderten relativen Lage der Bestandtheile die „Fluorwasserstoffsäure gewöhnlich mit Kieselerde entweicht. In diesem „Falle braucht man blos die Probe in einer zugeblasenen Glasröhre zu „erhitzen, in deren offenes Ende man ein befeuchtetes Fernambukpapier „einschiebt, das gelb wird. Im ersten Falle mengt man die Probe mit „vorher geschmolzenem Phosphorsalz, und erhitzt sie am Ende einer of„fenen Glasröhre, so daß ein Theil von dem Luftstrome der Flamme in

„die Röhre getrieben wird. Dadurch wird wasserhaltige Fluorwasser„stoffsäure gebildet, die das Glas angreift." Mischt man das Pulver mit Silicaten, übergießt es mit Schwefelsäure und erhitzt, so geht Kieselfluorwasserstoffsäure fort, und die Basen bleiben als schwefelsaure Salze zurück.

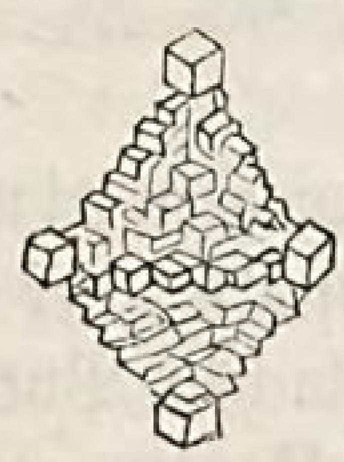
1. Flußspath.

Gekannt, so alt der Bergbau ist. Denn Agricola Bermannus pag. 701 heißt sie Fluores Flüsse (fluor Fließen): lapides sunt gemmarum similes, sed minus duri fluores (ut nostri metallici appellant), varii autem et jucundi colores eis insident. Wegen seiner schönen Farben nannten ihn die alten Bergleute Erzblume oder auch marmor metallicum, Marmor, der Erz bringt. Boetius de Boot 1647 kennt bereits seine Phosphorescenz »igne admoto noctulucens«, und schon Schwanhard in Nürnberg benutzte ihn 1670 zum Glasätzen, aber erst Scheele wies 1771 darin eine besondere Säure, Flußspathsäure, nach. Werner nannte die dichte Abänderung schlechthin Fluß, und nur die späthigen Flußspath. Chaux fluatée.

Reguläres Krystallsystem mit vorherrschenden Würfeln, aber oktaedrisch blättrig so deutlich, daß man die Körper leicht herausschlagen kann. Am leichtesten bekommt man Tetraeder, in dem die Parallelen fehlen, und Rhomboeder mit den Winkeln des Tetraeder, worin ein blättriger Bruch zurücktritt.

Würfel treten am häufigsten auf; im Teufelsgrunde des Münsterthales am Belchen erreichen sie über 1 Fuß Durchmesser. Daran stumpft der Blätterbruch die Ecken gerade ab, so daß gleichseitige Dreiecke entstehen.

Oktaeder kommen zwar sehr schön selbstständig vor (grün zu Moldawa, Andreasberg; rothe Baveno, St. Gotthardt, Derbyshire, Guanaxuato rc.), sind aber gewöhnlich mattflächig; mattflächig zeigen sie sich auch, wenn sie untergeordnet an den Würfelecken auftreten, Cubooktaeder von Derbyshire, Hall, Zinnwalde. Zu Ehrenfriedersdorf findet man auch kleine blaue **treppenförmige**, welche aus lauter Würfelchen zusammengesetzt sind, die ihre Ecken zur Oktaederfläche kehren, namentlich endigen die Ecken mit einem großen Würfel. Es ist das Hauy'sche Decrescenzgesetz, worauf schon frühzeitig Gewicht gelegt wurde. Zu Beeralstone ist das Oktaeder öfters hohl, und durch Zwischenlager von Kiesel gestört (Lévy Min. I. 162).



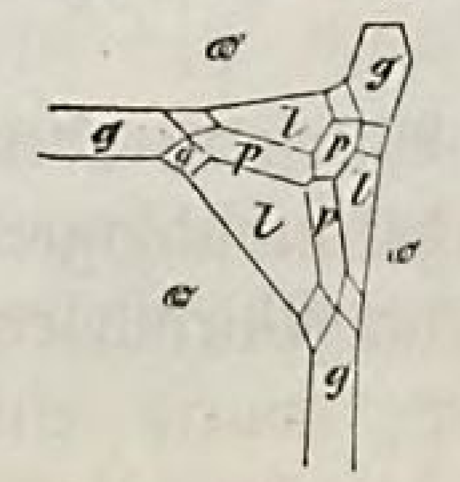
Granatoeder stumpfen die Würfelkanten gerade ab, kommen bei Englischen sehr schön vor. Selbstständig erwähnt sie Hauy von Chalucey (Dep. Saône et Loire), Becker von Striegau, Werner von Marienberg. Diese grünen sächsischen haben öfter auf der Oktaederecke einen kleinen blauen Würfel, was ein Fortwachsen bezeichnet. Zinnwalder, Bavenoer rc. zeigen alle drei Körper.

Pyramidenwürfel schärfen die Würfelkanten zu, sie gehören gerade nicht zu den gewöhnlichen Erscheinungen, doch findet man sie auf den Zinnsteingruben von St. Agnes in Cornwall ganz selbstständig, daher hat auch Haidinger den Körper Fluorid genannt: gewöhnlich a : $\frac{1}{3}$a : ∞a, höchst selten a : $\frac{1}{2}$a : ∞a zu Matlock in Derbyshire. Sonst noch 730, 520, 410, 920, 610 angegeben.

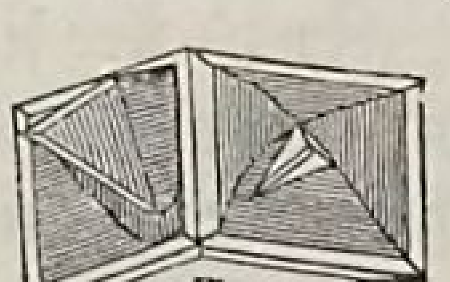
Leucitoeder a : a : $\frac{1}{2}$a selten, etwas häufiger noch das Leucitoid a : a : $\frac{1}{3}$a, sie schärfen Würfelecken dreiflächig zu, Fläche auf Fläche aufgesetzt. Sonst noch 833, 722, 811 bekannt.

Pyramidenoktaeder a : a : 2a kommt bei Kongsberg vor; bei Striegau a : a : 4a, auch 332, 331 bekannt. Am häufigsten unter allen Abstumpfungen der Würfelecken finden sich jedoch

Achtundvierzigflächner, welche die Würfelecken sechsflächig zuschärfen. Auf der Grube Friedrich Christian im Schappachthal brechen faustgroße Würfel mit ganz kleinen, aber sehr glänzenden Eckenflächen. Die bekannten Krystalle aus dem Teufelsgrunde sind dagegen sehr drusig, zuweilen tritt der Würfel bedeutend zurück, wie bei den honiggelben von der Grube Hausbaden: a : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{4}$a soll ihr Ausdruck sein. Seltener ist



321. G. Rose (Pogg. Ann. 12. 483) bestimmt an den blauen Cumberländischen Würfeln a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{7}$a, an einem weißen Würfel $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{5}$a : $\frac{1}{11}$a. Wie complicirt die Abstumpfungen der Ecken werden können, zeigt die schöne Modification, die Lévy von Kongsberg abbildet: Würfel w, Granatoeder g, Leucitoid l = a : a : $\frac{1}{3}$a, Pyramidenoktaeder p = a : a : 2a und ein 48flächner mit dem seltsamen Ausdruck a = $\frac{1}{4}$a : $\frac{1}{7}$a : $\frac{1}{16}$a wird angegeben. Noch viel flächenreichere bildet Phillips von Devonshire ab: Dr. Klocke in Freiburg erwähnt noch 10.4.3, 821, 25.6.2.



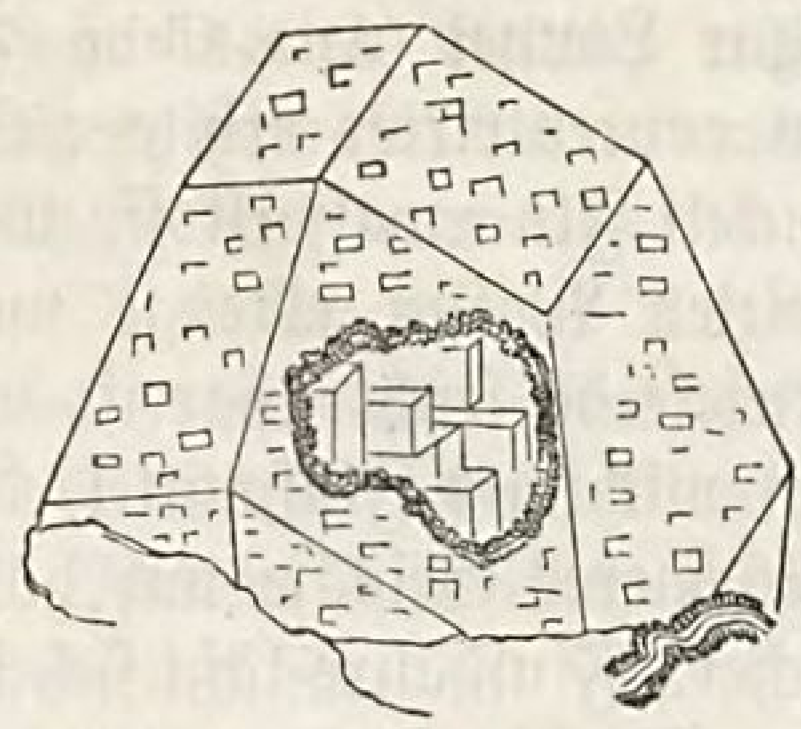
Zwillinge kommen besonders schön unter den amethystblauen und grünblauen von Cumberland und Durham (Weerdale) vor: zwei Würfel durchdringen sich, und die Ecke des einen tritt aus der Fläche des andern so heraus, daß ihre drei Kanten im Verhältniß 1 : 1 : 2 geschnitten werden, was den Beweis für den Zwilling liefert. Auch spiegelt ein blättriger Bruch in beiden ein. Von einem Durchstoßungspunkte der Kante gehen vier Linien aus, die Andeutungen eines sehr flachen Pyramidenwürfels sind, wie auch die Streifung parallel den Würfelkanten zeigt. Wo solche Ecken nicht durchstoßen (wie Fläche w), sind die Flächen häufig außerordentlich spiegelflächig ohne Spur einer Streifung. So daß man vermuthen muß, das Durchstoßen der Ecken habe den Impuls zur Streifung gegeben.



Mißbildungen. Im Teufelsgrunde werden einzelne Würfelflächen in auffallender Weise bauchig, was eine Verziehung der Würfelkanten zur Folge hat. Besonders interessant sind die grünen vom Dreifaltigkeits-Erbstollen bei Zschopau in Sachsen:

dieselben verziehen sich zu scharfen Rhomboedern, auf deren Flächen sich ein bauchiges Paar erhebt, wodurch Dreiunddreikantner öfters in solcher Regelmäßigkeit entstehen, daß man sie für Hälftflächner eines Pyramidenwürfels um so mehr ansehen muß, als die Blätterbrüche vortrefflich einspiegeln. Stellt man sich also den Pyramidenwürfel a : $\frac{1}{2}$a : ∞a nach einer trigonalen Axe aufrecht, so wachsen nicht die sechs um die Axenecke, sondern die darunter gelagerten. Die stumpfen Endkanten des Dreikantners öfter etwas abgestumpft. Auch Zwillinge kommen vor, kurz die ganze Entwickelung erscheint dreigliedrig. Grailich (Kryst. opt. Untersuch. pag. 72) gibt auch Dreikantner vom Leucitoeder an.

Afterkrystalle nach Kalkspath. Im Teufelsgrunde kommen Flußspathhüllen des Kalkspathdreikantners mit dem Hauptrhomboeder vor. Diese Hüllen bestehen aus zwei Lagen kleiner Flußspathwürfelchen, die innere hat sich daher wahrscheinlich erst gebildet, als der Kalkspath schon weg war. In die Hüllen drangen dann größere Würfel von Flußspath, die dem Raume sich möglichst accommodirten. Wir haben also 5 Formationen: 1) Bildung von Kalkspath; 2) Niederschlag einer dünnen Haut auf den Krystallen; 3) Wegführung des Kalkspaths; 4) Bildung der kleinen Würfel auf beiden Seiten der Haut Nro. 2; 5) Ausfüllung des hohlen Raumes durch große Flußspathwürfel.



Flußspathhärte = 4; Gew. 3,18, ein eigenthümlicher feuchter Glasglanz, und die Schönheit der Farbenreihe so groß, daß er an Mannigfaltigkeit unter den salinischen Steinen obenan steht, ja vielleicht von keinem Minerale übertroffen wird, daher auch der alte bergmännische Name Erzblume so bezeichnend. Farblose von großer Klarheit finden sich in den Drusenräumen des Buntensandsteins von Waldshut, zu Derbyshire, Gerfalco in Toskana; roth rosenfarbig und intensiv besonders im Granit der Hochalpen am St. Gotthardt bis zum Mt. Blanc; gelb in allen Tönen, besonders wein- und honiggelb bis gelblichbraun von Gersdorf und Annaberg in Sachsen, schon Agricola beschrieb sie als Chrysolith; allerlei grün, fast in das Smaragdgrün verlaufend, Derbyshire, Herrenseegen auf dem Schwarzwalde, Sentis im Kanton Appenzell ꝛc.; blau vom Ton des Sapphir kommen sie im Salzgebirge von Hall in Tyrol vor, auf Zinnstein- und Kobaltgängen nicht selten ganz in schwarz übergehend, die amethystblauen gleichen den Quarzamethysten in auffallender Weise, und kommen besonders klar aus Cumberland. Häufig bituminös, daher sollen auch die Farben herrühren, welche beim Erwärmen schnell verschwinden. Von den ältern Mineralogen wurden sie zu den falschen Edelsteinen gezählt, daher glaubte Henckel, alle Edelsteine müßten cubisch oder dihexaedrisch krystallisiren, de l'Isle, Essai Crist. 1772. 150.

Gewisse Cumberländische zeigen eine eigenthümliche Art von Dichrois-

nus: im reflectirten Lichte erscheint die Oberfläche amethystblau, im durchfallenden meergrün. Man hat daher diese Erscheinung bei andern Körpern nicht unpassend Fluoriren genannt, pag. 145. Zuweilen schließen sie Flüssigkeiten ein.

Vor dem Löthrohr phosphoresciren anfangs besonders die grünen und rothen mit einem schönen bläulichen Schein, und schmelzen dann schwer. Die Phosphorescenz soll mit dem Entfärben zusammenhängen, Jahrb. 1867. 473. Legt man aber Gyps, Baryt oder Cölestin daneben, so fließen sie flugs damit zu einer klaren Perle zusammen, die kalt trüb wird.

Ca Fl mit 52,3 Calcium und 47,7 Fluor,

meist nicht viel verunreinigt. Mit den farblosen von Derbyshire konnte sogar Louyet (Ann. Chim. 70. 234) das Atomgewicht des Fluor bestimmen. In concentrirter erhitzter Schwefelsäure wird er vollkommen zersetzt, entwickelt Fluorwasserstoff, was Glas ätzt. Kann wie Schwerspath im überheizten Wasser erzeugt werden, Jahrb. 1873. 755. Da Flußsäure die Kieselerde leicht angreift und fortnimmt, so bildet er bei Hüttenprocessen ein wichtiges Flußmittel, das schon den ältesten Hüttenleuten bekannt war. Wärmeres Gebläse mit höherem Druck machen ihn jedoch immer entbehrlicher. Flußsäure läßt sich in Gefäßen von Blei, Kautschuk &c. aufbewahren.

Flußspath kommt besonders mit Schwerspath auf Erzgängen vor, ist aber der Masse nach seltener als dieser. Eine der mächtigsten Ablagerungen bildet der grünlichweiße von Stollberg auf dem Unterharz, der eine stockartige Erweiterung von 14—16 Lachter erreicht und für den Zuschlag auf den Mansfelder Kupferhütten von Wichtigkeit ist. Die Gewerkschaft gewinnt dort jährlich 50,000 Ctr. à 3 Sgr. im Werth. Untergeordnet finden wir ihn auf den verschiedensten Erzgängen Deutschlands, Harz, Thüringerwald, besonders aber auf dem Erzgebirge und Schwarzwalde. Die im Bergkalk aufsetzenden Bleierzgänge von England sind ausnehmend reich: Castleton in Derbyshire, Alston Moor in Cumberland, Beeralstone in Devonshire, St. Agnes in Cornwall &c. viel gerühmte Punkte. Aus Derbyshire erwähnt schon Bournon eines Crinoideenstieles, der auf der einen Hälfte aus Kalkspath, auf der andern aus blauem Flußspath bestand, doch ist es auch dort ungewöhnlich, ihn als Versteinerungsmasse von organischen Resten zu finden, obwohl einzelne Vorkommen bis in das Tertiärgebirge reichen, wie z. B. beim Jardin des Plantes zu Paris.

Krystalle herrschen überall vor, oder wenigstens körnige krystallinische Structuren. In Derbyshire (Mam Tor bei Castleton) werden solche derbe Massen strahlig und concentrisch violblau und weiß gezeichnet. Man erwärmt und betupft sie mit Colophonium, der sie zusammenhält, und schleift daraus allerlei schöne Arbeiten, Vasen, Leuchter, Kaminplatten &c. Dieß hat zu der Vermuthung verleitet, die im Alterthum so hoch geschätzten vasa murrhina pag. 297 hätten aus Flußspath bestanden, doch geben dafür die Worte des Plinius hist. nat. 37. 8 keine Handhabe. Im Granit von Wölsendorf bei Schwarzenfeld an der Naab findet

man ganz ähnliche strahlige Massen (Antozonit, Jahrb. 1862. 488): die blauen werden stellenweis ganz schwarz, brennen sich aber wie die Englischen sehr leicht farblos, sind daher durch Bitumen gefärbt, welches Schafhäutl auch chemisch nachwies. Der bituminöseste darunter wird ganz schwarz, die Bergleute bekommen Uebelkeit, und heißen ihn **Stinkfluß**. Beim Reiben in einer Schale riecht er nach Chlor, deshalb glaubte man lange, es sei unterchlorigsaure Kalkerde dabei im Spiel, jetzt wird der Geruch für Ozon erklärt, was bis auf 0,2 p.C. steigen kann, Schrötter (Sitzungsb. Wien. Akad. 1860. 10. Juli XLI). Mit Kochsalz zusammengerieben treibt er Chlor aus, was nur „Sauerstoff in seiner allotropen Modification als Ozon vermag".

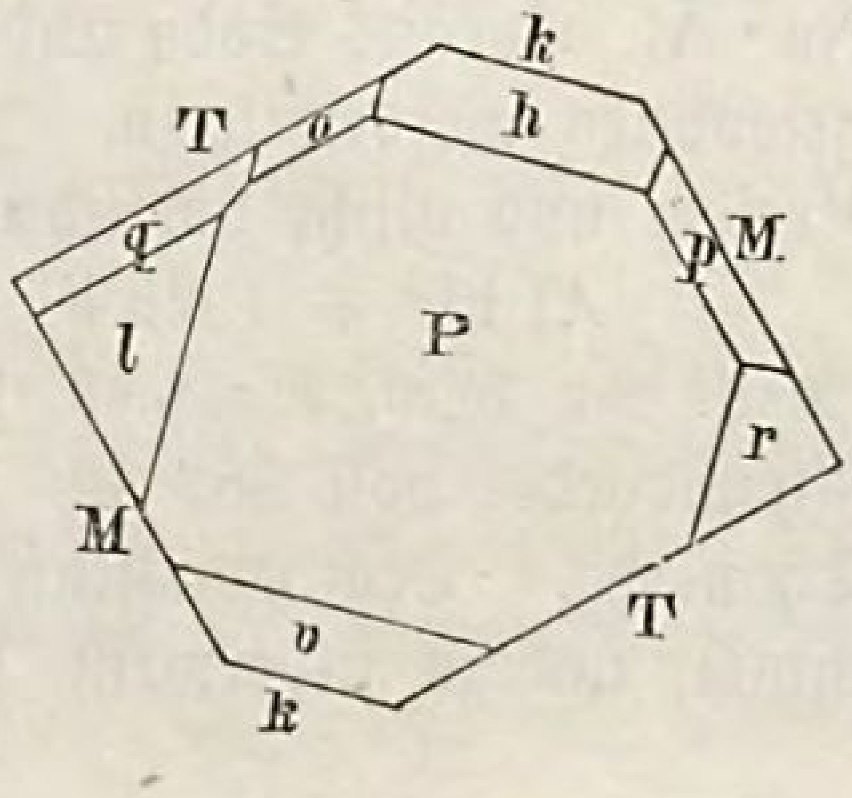
Dichter Fluß hat einen feinsplittrigen sehr matten Bruch, trübe Farben, aber wie der Phengit pag. 540 in großen Handstücken oft noch Durchscheinenheit. Derbe Handstücke von Stollberg auf dem Unterharz. Im verwitterten Gebirge wird er auch erdig. Bei Buxton in Derbyshire finden sich Krystalle mit 40—50 p.C. Thon, die aber seine Krystallisationskraft nicht behindert haben. Auch der Ratofkit von Moskau ist ein blauer Flußspath mit Mergel gemischt. Manche sind auch durch Schwerspath verunreinigt, der bis zur Hälfte steigen kann.

Yttrocerit Berz. (Ytterspath) aus dem Granit von Finbo und Broddbo bei Falun, eine violblaue sich gewöhnlich ins Erdige neigende Masse. Derbe Stücke scheinen den blättrigen Bruch des Flußspathes beizubehalten. Berzelius hielt es für ein Gemisch von Ca Fl mit Ce Fl und Y Fl. Es fanden sich blaue Oktaeder im Goldsand von Georgia und Nordcarolina. Fluocerit von dem gleichen Fundort soll reguläre sechsseitige Tafeln mit Geradendfläche bilden. Blaß ziegelroth ins Gelbliche, Gew. 4,7. Im wesentlichen Ce Fl. Fluocerin daher ist wasserhaltig.

2. Kryolith.

Ein dänischer Grönlandsfahrer brachte ein großes Stück nach Kopenhagen, wovon 1795 die erste Kunde kam; da er vor dem Löthrohr wie gefrorne Salzlauge schmilzt, so nannte ihn Abilgaard (Scheerer's Journ. Chem. 2. 502) nach dem griechischen Wort κρύος Eis.

Drei scheinbar rechtwinklige Blätterbrüche erzeugen würfelige Stücke wie beim Anhydrit, aber nicht so deutlich, einer zeichnet sich etwas vor den übrigen aus, doch ist das System optisch wie krystallographisch 1gliedrig, Websky Jahrb. 1867. 810. Die kleinen klaren Krystalle mit Eisenoxydhydrat überzogen gleichen Würfeln mit abgestumpften Ecken, oder wenn sie hervortreten quadratischen Säulen mit Geradendfläche. Es scheint T = 1ster, M = 2ter, P = 3ter Blätterbruch zu sein. Dennoch läßt sich in derben Stücken P am leichtesten dar-



stellen, weil ihr Absonderungsflächen parallel gehen. P/T = 90° 2′, P/M = 90° 24′, M/T = 91° 57′. Man könnte es darnach für diclinometrisch halten. Doch nach ihrem Aufwachsen haben wir eine rhomboidische Säule T = a : b : ∞c und M = a : b′ : ∞c von 91° 57′, woran P = c : ∞a : ∞b fast gerade auf- und angesetzt ist. Die vier Eckflächen sind dann der vierte Blätterbruch v = a : c : ∞b; ferner h = a′ : c : ∞b, r = b : c : ∞a, l = b′ : c : ∞a. Die vordere stumpfe Säulenkante ist öfter durch k = a : ∞b : ∞c abgestumpft. Auch die Oktaederflächen p = a′ : b : c und o = a′ : b′ : c pflegen nicht zu fehlen; zuweilen sind sogar auch vorn angedeutet, und leicht zu bestimmen, da sie in die Diagonalzone der Eckflächen fallen. Seltener ist q = a′ : c : ½b′, die auch in die Diagonalzone von k fällt. Die Ebene der optischen Axen „geht ungefähr durch die lange Diagonale der Basis" etwa senkrecht gegen v. Websky meint aus den Lichtreflexen auf den drei Blätterbrüchen auf zweierlei Zwillinge schließen zu müssen: Zwillingsaxe entweder senkrecht auf k oder P. Letzterer würde in derben Stücken obige Absonderungen erklären. Je mehr PMT sich dem Würfel nähern, desto mehr müssen die Abstumpfungen der Ecken und Kanten dem regulären Oktaeder und Granatoeder gleichen. Gew. 2,95, Härte 3, Schneeweiß, mit einem feuchten Glasglanz, der an Eis erinnert.

Schmilzt leicht zu einer klaren Perle, breitet sich aber bald auf der Kohle zu einer schneeweißen unschmelzbaren Schlacke aus, die mit Kobaltsolution innen blau wird.

3 Na Fl + Al Fl³ mit 53,6 Fl, 33,3 Na, 13,1 Al, Vanadinsäure &c. Giesecke (Edinburgh Phil. Journ. 1822 VI. 140) war so glücklich, bei Ivikaet (Ivitût) 30 Meilen von Julianeshaab an der Südseite des Arksut Fiord vom Meere bespült mehrere Lager im Gneise aufzufinden. Eines war ganz bunt von Schwefelmetallen durchzogen. In der Nähe und darin fand sich sogar Zinnstein mit Wolfram. Die krystallisirten enthalten Spatheisenstein. Auch Bleiglanz, Blende, Kupferkies, Arsenikkies, blauer Flußspath, Tantalit &c. bricht mit ein. Jetzt ist es Gegenstand des Bergbaues und das Lager zwischen Urgebirge soll auf 80′ anschwellen, 40′ ist ein Schacht darin abgeteuft, 150 Bergleute gewinnen 11,000 Tons. Nach innen wurde das Mineral immer dunkeler, zuletzt ganz schwarz (Pogg. Ann. 98. 511). Mit Kalium oder Natrium und Zusatz von Steinsalz als Flußmittel gibt es sofort Aluminium. Aber hauptsächlich dient er zur Darstellung von $\dot{N}a^3 \ddot{A}l$, woraus Soda und sogenannter „concentrirter Alaun" unmittelbar gewonnen werden kann. Zu dem Ende mischt man ihn gepulvert mit Kreide, und glüht vorsichtig, so kommt

$$Al\,Fl^3 + 3\,Na\,Fl + 6\,\dot{C}a\,\ddot{C} = \dot{N}a^3\,\ddot{A}l + 6\,Ca\,Fl + 6\,\ddot{C}$$

(Amtl. Ber. Wien. Weltausst. 1875 III. 1 pag. 672). Nach Deville bildet Al Fl³ Rhomboeder von 88° 30′ in den Endkanten, also scheinbar isomorph mit Thonerde. Dem Glasfluß zugesetzt gibt es prachtvolle Milchgläser. Aluminium, nahezu silberweiß, dehnbar, fest und von 2,6 Gew. kostete schon

1858 blos 100 Franken das Kilogramm, dem Gewicht nach noch nicht halb, dem Volumen nach $\frac{1}{10}$ so theuer als Silber.

Im Schriftgranit der Topasgruben von Miask mit Amazonenstein und Flußspath bemerkte Hermann (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 1846. 37. 188) den Gang eines weißen Minerals, worin sich später dreierlei Fluoride auszeichneten (Pogg. Ann. 83. 587), die äußerlich von einander kaum unterschieden werden können: eines ist wahrhafter Kryolith, das andere aber Chiolith Hermann (χιών Schnee) $3\,NaFl + 2\,AlFl^3$, nach Kokscharow viergliedrige Oktaeder mit einem Endkantenwinkel von 108° 23′, Seitenkanten 111° 40′, Zwillinge haben Oktaederfläche gemein, nähert sich also dem regulären, aber negativ optisch einaxig. Flußspathhärte, Gew. 2,7—2,9. Die „ganze Masse sieht einem Schneeklumpen nicht unähnlich." Hermann erwähnt zweier Blätterbrüche, die sich unter 114° schneiden. Das dritte (Chodnewit) hat 3,07 Gew. und die Formel $2\,NaFl + AlFl^3$. Es kommt mit vorigen auf ein und demselben Stück vor. Im Grönländischen Kryolith stecken noch eine Reihe Fluate: **Pachnolith** (Jahrb. 1863. 829) feine klare 2gl. Säulen (98° 30′) liegen wie Thau (πάχνη) in Drusenräumen des Kryoliths, meist zu klein, um besonderes Interesse zu erregen. Nach Dana monokline Zwillinge mit einem bedeutenden Kalkgehalt $3\,(Ca, Na)\,Fl + Al\,Fl^3 + 2\,\dot{H}$. **Thomsenolith** $2\,(Ca, Na)\,Fl + Al\,Fl^3 + 2\,\dot{H}$ scheint ihm sehr nahe zu stehen. Er bildet quadratische Säulen aber mit schiefem deutlich blättrigem Querbruch, der von einer gelben Rinde umhüllt links und rechts die Säulenflächen unter 92° schneidet. Nordenskiöld heißt es daher klinoquadratisch, wie Schrauf (Mineral. Mitth. 1874. 162) den Klinochlor klinohexagonal. Zuweilen sollen darauf farblose reguläre Oktaederchen (Ralstonit Jahrb. 1872. 95) von ähnlicher Zusammensetzung liegen. Hagemannit (Jahrb. 1867. 193) mit 40 Fl bildet dagegen nur dichte wachsgelbe Schnüre im weißen Kryolith. Der Wassergehalt von allen diesen zeigt, daß es Zersetzungsprodukte sind. Dagegen ist der körnige **Arksutit** $(Ca, Na)\,Fl + Al\,Fl^3$ (Jahrb. 1866. 833) mit einer deutlichen Spaltungsfläche wasserfrei. Die Zersetzung des Kryolithes geht soweit vor sich, daß zuletzt eine Masse entsteht, welche die Grönlander „natürliche Seife" nennen.

Wollaston's Fluellit von Stenna-gwyn in Cornwallis, kleine glänzende Rhombenoktaeder (Lévy I. 293) auf Quarz mit Wavellit und Uranglimmer sollen im wesentlichen Fluoraluminium sein.

Phosphorsäure und Arseniksäure.

Phosphorsäure $\dddot{P}$ kommt auf primärer Lagerstätte im Steinreiche nur untergeordnet vor, obgleich sie in der Asche der Pflanzen und Thiere eine so wichtige Rolle spielt. Deshalb, als Düngungsmittel von großer praktischer Bedeutung, haben die Chemiker ihr längst die gebührende Aufmerksamkeit zugewendet. Schon ehe Svanberg und Struve

(Erdmann's Journ. prakt. Chem. 44. 291) den gelben Niederschlag mit Molybdänsaurem Ammoniak kennen lehrten, war ein geringer Gehalt von $\ddot{P}$ in den Graniten, Gneisen, Porphyren, Mandelsteinen, Basalten, Laven ꝛc. nachgewiesen, daher die vulkanischen Böden, welche in der Auvergne bis 0,742 p. C. zeigen, so besonders fruchtbar. Später gaben selbst die Meteorsteine von Juvinas (Rammelsberg) 0,28 $\ddot{P}$. Häufig ist es jedoch so wenig, daß Daubeny Keimen und Wachsen von Samen zu Hilfe nahm, um die Existenz nachzuweisen (Jahrb. 1858. 214). Da die Phosphorsäure von den höchsten Wirbelthieren bis zu den niedrigsten Korallenstöcken ($\frac{1}{2}$—2 p. C.) nirgends fehlt, und die Asche der Fucusarten noch über 1 p. C. phosphorsaure Kalkerde enthält, so kann uns ihr Vorkommen auf secundärer Lagerstätte im Flözgebirge nicht verwundern, wo besonders Knochen und Koprolithen nicht selten noch 65—85 p. C. phosphorsauren Kalk (Eisen) zeigen. Forchhammer wies Phosphorsäure im Meerwasser nach, das Selterswasser enthält ein Zehntausendstel $\dot{H}\,\dot{N}a^2\,\ddot{P}$, die Pyrmonter Quelle 2 Millionentel phosphorsaure Thonerde, und die Karlsbader könnte jährlich nach Berechnung von Bischof 55 ℔ Apatit erzeugen. Wenn man nun bedenkt, daß die Phosphate in den Gängen vorzugsweise in den obern Teufen, in den sogenannten Rasenläufern vorkommen, oder daß sie sich gern auf Spalten der secundären Gebirge sammeln, so mögen die organischen Wesen viel zu ihrer Anhäufung beigetragen haben. Zu einer der merkwürdigsten Erscheinungen gehören die drei isomeren Modificationen (Pogg. Ann. 76. 1): die gewöhnliche

c Phosphorsäure, in welche beide andere bei Behandlung mit Säuren übergehen, ist dreibasisch, und gibt mit salpetersaurem Silberoxyd einen gelben Niederschlag von $\dot{A}g^3\,\ddot{P}$. Daher schreiben die neuern Chemiker $PO^4\,H^3$ pag. 183. Dahin gehört das vom Löthrohr her bekannte Phosphorsalz $(\dot{H} + \dot{A}m + \dot{N}a)\,\ddot{P} + 8\,\dot{H}$. Das c phosphorsaure Natron $(\dot{H} + 2\,\dot{N}a)\,\ddot{P} + 24\,\dot{H}$ wird durch Glühen zweibasisch, es entsteht

b phosphorsaures Natron $\dot{N}a^2\,\ddot{P}$ (Pyrophosphorsäure). Löst man das Salz in Wasser, so krystallisirt pyrophosphorsaures Natron heraus, $\dot{N}a^2\,\ddot{P} + 10\,\dot{H}$, das mit salpetersaurem Silberoxyd einen weißen Niederschlag von $Ag^2\,\ddot{P}$ gibt. Glüht man dagegen das Phosphorsalz, so entweicht Wasser und Ammoniak und eine einbasische Masse $\dot{N}a\,\ddot{P}$ bleibt zurück, dies ist die

a Phosphorsäure oder Metaphosphorsäure, ihre Auflösung im Wasser fällt das Eiweiß, was die andern beiden nicht thun.

Phosphorsäure steht bei gewöhnlicher Temperatur der Schwefel-, Salz- und Salpetersäure zwar nach, allein wegen ihrer großen Feuerbeständigkeit treibt sie in der Hitze dieselben aus. Darauf beruht ihre Wichtigkeit als Löthrohrreagens. Phosphorsaure Verbindungen mit Schwefelsäure befeuchtet färben die Löthrohrflamme blaßgrün. Essigsaures Bleioxyd gibt einen Niederschlag von $\dot{P}b^3\,\ddot{P}$, das vor dem Löthrohr mit polyedrischen Flächen erstarrt.

Arsenikfäure Äs. Arsenik spielt besonders bei den Schwefelmetallen auf Erzgängen eine wichtige Rolle, wo Phosphor kaum vorkommt. Im oxydischen Zustande ist dagegen das Arsenik weniger verbreitet als Phosphor. Doch machte Walchner im Ocker der Canstatter Heilquelle 1844 einen merkwürdigen wenn auch geringen Fund von arseniger Säure Äs (0,8 p. C. nach Fehling, was etwa auf 10 Millionen Theile Wasser $1\frac{1}{2}$ Äs betragen würde), seit der Zeit fand sich dieses starke Gift in den verschiedensten Quellenniederschlägen, aber in so geringer Menge, daß der Genuß des Wassers nicht nachtheilig wirken kann. Daubrée will im Meerwasser Arsenik nachgewiesen haben, selbst aus Pflanzen und Thieren wird er angegeben. Jedenfalls liefert er ein wichtiges Beispiel für die große Verbreitung der Stoffe überhaupt. Vor dem Löthrohr ist die Säure sehr flüchtig, sie entwickelt auf Kohle im Reductionsfeuer einen graulich weißen Rauch, welcher knoblauchartig riecht. Der Isomorphismus von P̈ und Äs ist außer den natürlichen Salzen noch durch viele künstliche erwiesen (Pogg. Ann. 16. 600). In neuern Zeiten wird auch das Vanadium mit Bestimmtheit dazugestellt.

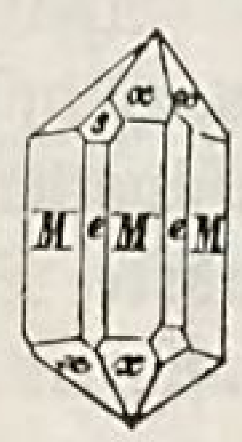
1. Apatit Wr.

Trügling (ἀπατάω), weil die Ehrenfriedersdorfer lange mit Schörl, Beryll, Chrysolith 2c. verwechselt wurden, bis Werner 1788 (Bergmännisches Journal I. 76) sie feststellte, und Phosphorsäure darin vermuthete, die Klaproth auch sofort fand. Den gelben Spargelstein erkannte Vauquelin. Fluor fand Pelletier schon 1790 im Phosphorit von Estremadura.

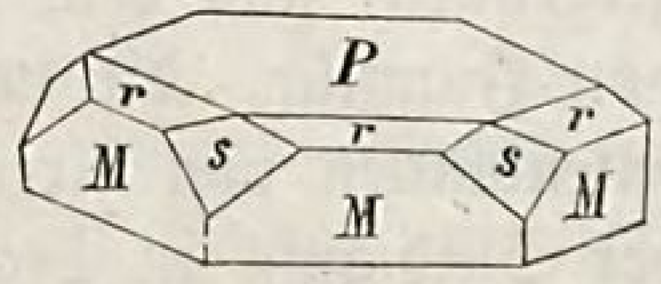
Sechsgliedrig: Vorherrschend erste 6seitige Säule M = a : a : ∞a : ∞c mit einer ziemlich blättrigen Geradendfläche P = c : ∞a : ∞a. Die Endkanten P/M durch das Dihexaeder x = a : a : ∞a abgestumpft, mit 80° 25′ in den Seiten- und 142° 20′ in den Endkanten, gibt

$$a = 1{,}366 = \sqrt{1{,}866},\ \lg a = 0{,}13545.$$

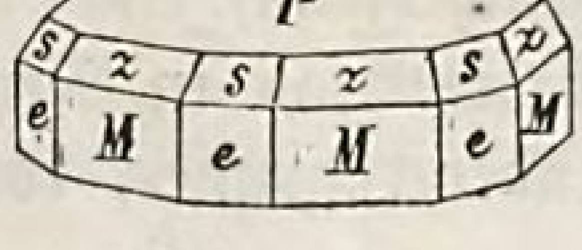
Hr. Kokscharow fand x/x 142° 15′ 30″ Takowaja, 142° 19′ 20″ Jumilla, 142° 25′ Achmatowsk. Der Winkel soll sich mit Zunahme von Chlor verkleinern, daher die Seitenkante vergrößern.



Spargelstein von Jumilla und Miask, Moroxit von Arendal zeigen auf der Säule eine vollkommene dihexaedrische Endigung, dazu gesellt sich häufig die Rhombenfläche s = a : $\frac{1}{2}$a : a : c und die 2te sechsseitige Säule e = a : $\frac{1}{2}$a : a : ∞c. Nach Hessenberg bildet am Wildkreuzjoch im Pfitschthal zuweilen sogar s eine vollständige dihexaedrische Endigung.

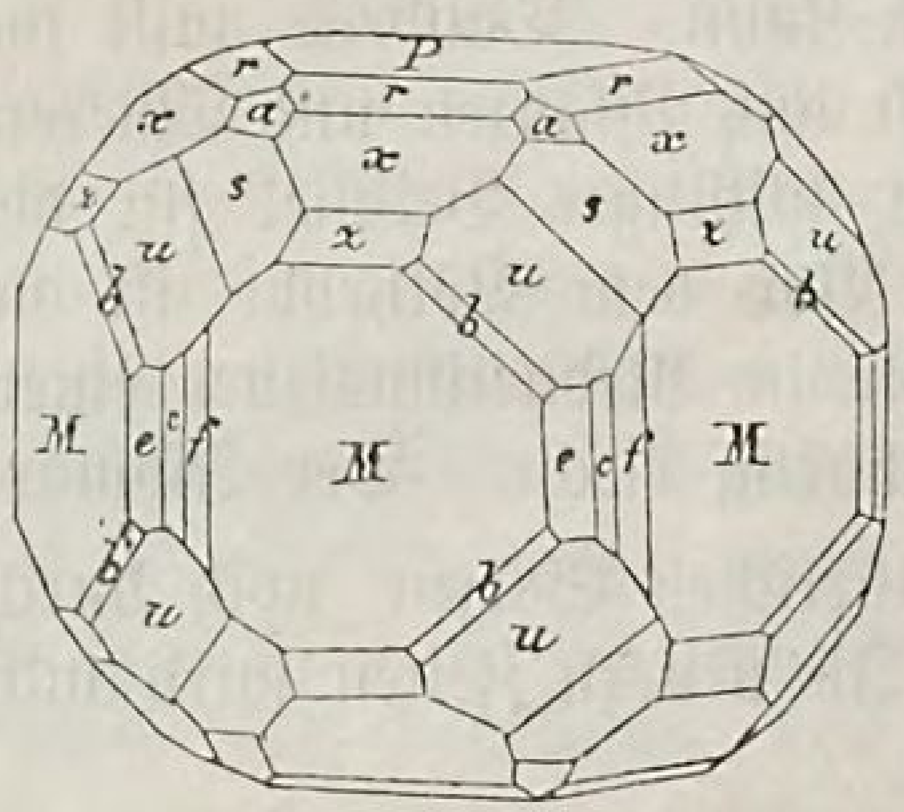


Auf Zinnsteingängen herrschen die beiden sechsseitigen Säulen mit Geradendfläche gewöhnlich, die Krystalle werden tafelartig, und wenn die Endkanten der Tafeln abgestumpft sind, so zunächst durch das Dihexaeder r = 2a : 2a : ∞a : c, wie man am leichtesten aus der Rhombenfläche s



sieht. Oder es findet sich $z = \frac{1}{2}a : \frac{1}{2}a : \infty a : c$, zu welchem die Rhombenfläche s das nächste stumpfere Dihexaeder bildet. Das Dihexaeder x ist nicht gewöhnlich, aber es kommt namentlich bei den grünen von Johann Georgenstadt mit $a = 2a : a : 2a : c$ vor, eine obere Rhombenfläche, die seine Endkanten abstumpft, und sich zu r verhält wie s zur x, a gewöhnlich matt. Selten $d = \frac{1}{2}a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{2}a : c$ und $u = c : a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$, letztere bei Schlaggenwalde vollflächig.

Am St. Gotthardt (Val Maggia) zeichnen sich die farblosen in Spalten des körnigen Feldspaths durch ihren übermäßigen Flächenreichthum aus. Im Ganzen herrscht die Säule (Haidinger, Edinburgh phil. Journ. 10. 140) M öfter mit einem eigenthümlichen Seidenglanz, die Geradendfläche P verräth sich wegen ihres ziemlich deutlichen Blätterbruchs durch Quersprünge. Häufig drei Dihexaeder z, x, r über einander, dazu die beiden Rhombenflächen a und s, aber selten vollzählig,



doch herrscht darin kein Gesetz, dagegen treten die 6+6kantner $u = c : a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$ aus der Kantenzone M/s mit großer Gesetzlichkeit *parallelflächig hemiedrisch* auf, wodurch Dihexaeder von Zwischenstellung entstehen. Eine ganz kleine Abstumpfungsfläche $b = c : a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{3}a$ liegt oft noch unter u. Die Hemiedrie setzt sich auch auf die Säulen fort: wir finden die Kanten zwischen den beiden sechsseitigen Säulen M und e häufig fein abgestumpft, aber immer auf der Seite der Kante, wo die *hemiedrischen Sechskantner nicht* liegen: $c = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : \infty c$, $f = a : \frac{1}{5}a : \frac{1}{4}a : \infty c$. Ausnahmsweise finden sich am Wildkreuzjoch die Sechskantner auch vollzählig, wie überhaupt auf die Hemiedrie nur ein bedingtes Gewicht zu legen ist. Mit Epidot im Obersulzbachthale vortreffliche Krystalle, woran Klein $c : a : \frac{3}{10}a : \frac{3}{7}a$ bestimmte. Negativ optisch 1axig, wie alle 6gliedrigen Phosphate und Arseniate, was man an Alpinischen Krystallen unmittelbar beobachten kann.

Apatithärte = 5, Gew. = 3,2, aber zuweilen durch eingesprengte Quarzkrystalle herabgedrückt. Fett- bis Glasglanz, und schöne zum Theil flußspathartige Farben, wornach man den verschiedenen Varietäten besondere Namen gegeben hat. Farblose und trübweiße findet man sehr häufig in den Alpen; *Spargelstein* hieß Werner den gelben (spargelgrünen) aus dem Talkschiefer des Zillerthales und dem Vulkangestein von Jumilla, die von Miask brennen sich leicht weiß; *Moroxit* die entenblauen von Arendal mit gerundeten Kanten, und besonders groß an der Slüdianka in Transbaikalien; ausgezeichnet *amethystblau* kommen sie auf den Zinnsteingängen von Ehrenfriedersdorf in Sachsen vor, und prächtig auf einer alten verlassenen Kupfergrube von Kiräbinsk bei Miask; himmelblau in Neuholland, am Baikalsee, auf Pargas (Lasur-Apatit); anderer grüner, rother aber meist trüber Farben nicht zu erwähnen.

Nähert man sich mit Splittern der Löthrohrflamme, so phosphoresciren mehrere mit einer prachtvollen grünen Farbe; in höchstem Grade zeigen dies die durch Eisenoxyd roth gefärbten sechsseitigen Tafeln aus dem Granit von Schlackenwalde in Böhmen: der Lichtschein läuft über die Probe hin, und schwindet nach stärkerem Erhitzen, ohne wiederzukehren. Aber nicht alle Varietäten phosphoresciren. Schmilzt ziemlich schwer. In Salz- und Salpetersäure leicht auflöslich, nach Liebig löst er sich sogar im Wasser mit schwefelsaurem Ammoniak so leicht als Gyps. Schwefelsäure gibt einen Niederschlag von $\dot{C}a\,\dddot{S}$, besonders bei Verdünnung mit Alkohol, salpetersaures Silber gibt Chlorsilber, und das Mineral mit Schwefelsäure übergossen und erwärmt ätzt häufig Glas. Arseniksäure fehlt. Klaproth hielt ihn für bloßen phosphorsauren Kalk, bis G. Rose (Pogg. Ann. 9. 185) zeigte, daß analog dem Buntbleierz noch ein zweites Glied mit Cl und Fl vorhanden sei, daher

$$3\,\dot{C}a^3\,\ddot{\bar{P}} + Ca\,(\bar{F}l,\,\bar{C}l) \text{ mit } 45\,\ddot{\bar{P}} \text{ und } 55\,\dot{C}a.$$

Fluorapatit enthält gegen 7,7 Ca $\bar{F}l$ mit 2,1 Fl, und nur unbedeutenden Chlorkalk: dahin gehört der von Werner zuerst erkannte Apatit von Ehrenfriedersdorf, wo er in Gesellschaft von andern Fluoriden (Flußspath, Topas, Glimmer) auf Zinnsteingängen vorkommt, und der farblose vom St. Gotthardt. Beide zeichnen sich durch großen Flächenreichthum aus. Aber auch die einfachern zeigen gewöhnlich mehr Fluor als Chlor. Als Muster eines

Fluorchlorapatit gilt der grünlich gelbe derbe aus dem Glimmerschiefer von Snarum in Norwegen, welcher etwa 2,6 Cl und 1,2 Fl d. h. 40 Chlor- und 60 Fluorapatit enthält. Fast reiner weißer Chlorapatit kommt bei Krageröe vor. Die Masse, welche man beim Anrühren der frischgefällten phosphorsauren Kalkerde mit Chlorcalcium in der Glühhitze bekommt ist $\dot{C}a^3\,\ddot{\bar{P}} + Ca\,\bar{C}l$, also für Apatit zu reich an Chlor. Dagegen will Daubrée (Compt. rend. 32. 625)

künstlichen Apatit dargestellt haben: er leitete über dunkelroth glühenden Aetzkalk Chlorphosphordämpfe, wodurch ein Theil zu kleinen mikroskopischen Apatitsäulen wurde, das müßten reine Chlorapatite mit 10,6 Ca $\bar{C}l$ sein. Forchhammer (Jahrb. 1855. 100) schmolz phosphors. Kalk mit Kochsalz zusammen. Verunreinigungen der Apatite sind nicht bedeutend, Bischof wies einen kleinen Magnesiagehalt nach, Weber etwas Cer und Yttererde in denen von Snarum, das erinnert an Wöhlers Kryptolith in den röthlich grünen Apatiten von Arendal und in den Moroxiten vom Baikalsee (Kokscharow Mater. IV. 46).

Krystallinischer Apatit bricht hauptsächlich schon auf den Zinnsteingängen des Erzgebirges und Cornwallis; einfache Säulen von Bovey Tracy mit Turmalin, Rozna, Marschendorf rc. könnte man leicht mit Beryll verwechseln; grünliche Krystalle von Gouverneur in New-York liegen im Kalkspath wie die von Arendal, Pargas rc., zu Hammond sollen sie sogar fußgroß vorkommen, in Norwegen 1½'. Der Ural hat besonders im Ilmengebirge bei Miask mehrere ausgezeichnete Fundorte,

am Baikalsee einen schön blauen Lasurapatit. In den Alpen sind es die farblosen vom St. Gotthardt, die edelsteinartig glänzenden vom Rothen Kopf im Zillerthal, der rundliche Spargelstein mit Bitterspath im Talkschiefer des Greiner, die grünlich weißen trüben aus dem Glimmerschiefer von Faltigl. Die Auswürflinge des Laachersees und der Somma zeigen stellenweis viele lange Säulen, im Nephelinfels vom Meiches und Löbau wimmelt es von feinen Apatitnadeln; das Mikroskop weist sie in zahllosen Basalten und Grünsteinen nach; mit Essigsäure kann man sie aus dem Kalkstein von Schelingen am Kaiserstuhl abscheiden (Jahrb. 1869. 782). Sogar aus dem Meteorstein von Richmond führt sie Shepard (Silliman Amer. Journ. 2. 379) wenn auch etwas zweifelhaft an. Hydroapatit aus den Pyrenäen, Pseudoapatit vom Churprinz bei Freiberg leiden an Zersetzung. Francolit von Devonshire bildet kugelige Aggregate mit krummen Dihexaedern a : a : ∞a : $\frac{1}{6}$c; ähnlich der phosphorescirende Eupyrchroit von Hurdstown in New-Yersey.

Phosphorit nannte Werner den blumigstrahligen, etwas schaligen, erdig matten von Logrosan südöstlich Truxillo. Es herrscht darin deutlich e i n blättriger Bruch, und auf der Oberfläche krystallisiren (scheinbar) sechsseitige Tafeln aus, welche wie beim schaligen Schwerspath auf der schmalen Kante stehen. Vor dem Löthrohr kann man sie leicht erkennen, da die Splitter trotz ihrer Undurchscheinenheit mit prachtvollem grünem Lichte phosphoresciren. Die Masse hat offenbar schon durch Zersetzung gelitten, daher mag denn auch der größere Gehalt von 14 p. C. Ca Fl rühren. Er bildet Gänge von 1′—16′ Mächtigkeit in der Nähe von Granit und Thonschiefer, aber nur die mittlern 3′ enthalten 81 p. C. phosphorsaure Kalkerde, das andere ist von $\dot{C}a\,\ddot{C}$ verunreinigt, der beim Aufschluß eine Menge Säure nöthig macht. Daher haben es englische Speculanten lange nicht der Mühe werth gehalten, ihn für Landwirthschaft zu benützen. Jetzt bildet er nebst den Lagern von Caceres in Estremadura eine wahre Goldgrube für Spanien. Der traubige von Amberg liegt in gelben Knollen auf der Oberfläche der Eisenerze des braunen Jura von Amberg, aber phosphorescirt nicht, doch zeigen Proben in Schwefelsäure getaucht die grüne Flamme, 2 p. C. Fluor und etwas Jod. E r d i g e n A p a t i t untersuchte schon Klaproth Beitr. IV. 377 von Szigeth in Ungarn. Ein eigenthümlich weißes steinmarkartiges Ding bildet O s t e o l i t h auf Klüften zersetzter Basalte. Ursprünglich von Bromeis (Jahrb. 1853. 705) bei Ostheim in der Wetterau bestimmt, fand er sich später auch in Böhmischen und andern Basalten, und enthält 86 p. C. $\dot{C}a^3\,\dddot{P}$, Kieselerde, Wasser, Spuren von Jod, aber wie es scheint weder Chlor noch Fluor. Bei Pilgramsreuth am Südabhange des Fichtelgebirges (Nauck Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1850. II. 39) liegen ähnliche Massen unter Braunkohle auf Uebergangsgebirge. Der Phosphorit von Quercy (Garonne) im untern Miocen enthält eine Menge Knochen der merkwürdigsten Thiere (Compt. rend. 1876. 288). Es ist daran zu erinnern, wie noch heute Guano auf Felsen Ueberzüge von Pyroklasit, Glaubapatit,

Epiglaubit erzeugt (Shepard, Journ. prakt. Chem. 70. 211) mit wesentlichem Gehalte an Phosphors. Kalk.

Die Knochen der Wirbelthiere bestehen zwar aus phosphorsaurem Kalk, aber einige behaupten im Verhältniß $\dot{C}a^8 \ddot{P}^3$ (v. Bibra Chemische Untersuchungen über Knochen und Zähne. Schweinfurt 1844), andere nahmen auch $\dot{C}a^3 \ddot{P}$ an. Etwas phosphorsaure Talkerde bis 2,5 p. C. fehlt fast nie, und dazu kommt kohlensaurer Kalk, der selbst bei Säugethieren 10 p. C. übersteigen kann. Dagegen findet sich in den Knochen so wenig Fluor, daß ihn manche Chemiker geläugnet haben, und wenn Chlor vorkommt, so scheint es an Natron gebunden. In den Zähnen ist zwar die Fluorreaction entschiedener, aber zur Constitution eines Apatit scheint Fluor auch hier nicht hinzureichen. Dagegen sollen die fossilen Knochen oft übermäßig reich an $Ca\,\bar{F}l$ (Erdmann Journ. prakt. Chem. 29. 314) sein. Girardin und Preisser behaupten, daß unter dem Einflusse der Fäulniß sich $\dot{C}a^8 \ddot{P}^3$ in $\dot{C}a^2 \ddot{P} + 2\,\dot{C}a^3 \ddot{P}$ zersetze, ohne eine Zu- oder Abnahme an Stoffen, und letzteres Salz bilde dann mit $Ca\,\bar{F}l$ Apatit, der sich an der Oberfläche solcher veränderten Knochen sogar in kleinen sechsseitigen Säulen noch erkennen lasse. Lassaigne fand in den Zähnen von Anoplotherium 37 $\dot{C}a^3 \ddot{P}$ und 15 $Ca\,\bar{F}l$, und man hat wohl behauptet, je älter die Knochen, desto fluorreicher. Hr. Prof. Hoppe-Seyler konnte jedoch in unsern schwäbischen Mastodon- und Paläotherienzähnen nur die gewöhnlichen Spuren finden; auch darf man bei Vergleich mit frischen Zähnen die organische Substanz nicht außer Acht lassen, welche das procentische Verhältniß wesentlich ändert. Eine Menge Phosphorsäure kam durch organische Wesen ins Gebirge: nicht bloß fossile Knochen, Schilder und Excremente enthalten sie, sondern man findet auch ganze Schichten eigenthümlicher Knollen, die besonders in der Kreideformation von Frankreich und England von Landwirthen ausgebeutet werden. Bei Avallon rühmt man die schwarzen Steinkerne der Muscheln des Gryphitenkalkes, im Gault nennt sie Delanoüe (Compt. rend. 1859. 49. 74) phosphates ferricocalciques, ihr Mehl auf Felder gestreut soll nach Molon (Compt. rend. 49. 468) viel besser düngen als gebrannte Knochen, obwohl diese phosphorhaltiger sind. Englische Speculanten haben daher sogar bei Krageröe Apatitnester auf Hornblendegängen im Granit eine Zeitlang mit Vortheil ausgebeutet (F. Römer Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1859. XI. 583), und Tausende von Tonnen den Feldern zugeführt, wobei besonders schöne Titaneisen und Massen von Rutil zum Vorschein kamen.

Talkapatit mit 7,7 $\dot{M}g$ untersuchte Hermann (Erdmann Journ. prakt. Chem. 31. 101) in kleinen matten erdartigen Krystallen aus Gängen im Talkschiefer von Slatoust, wo er mit Chlorospinell und Apatit zusammen vorkommt. Er ist so stark zersetzt, daß er dem Phosphorit von Estremadura gleicht. Auch die schönen Krystalle von Snarum in Norwegen haben auf der Oberfläche von ähnlicher Verwitterung gelitten.

Wagnerit (Fuchs Schweigger's Journ. 33. 269) $\dot{M}g^3 \ddot{P} + Mg\,\bar{F}l$ enthält nach Rammelsberg (Pogg. Ann. 64. 252) 40,6 $\ddot{P}$, 46,3 $\dot{M}g$, 4,6 $\dot{F}e$, 2,4 $\dot{C}a$,

9,4 Fl, wozu freilich die Formel nicht recht stimmt. H. v. Kobell (Sitzb. Münch. Akad. 1873. 158) wies darin nicht blos 5,1 Natron nach, sondern schrieb auch $2\,\dot{Mg}^3\,\ddot{P} + (Na, Ca)\,Fl^2$. Es sind undurchsichtige röthlich bis weingelbe Brasilianischem Topas gleichende Krystalle von 3 Gew. und Härte 5, welche zusammen mit verwittertem Bitterspath, fleischrothem Gyps und Quarz auf Klüften eines glimmerigen Thonschiefers im Höllengraben bei Werfen (Salzburg) selten vorkommen. Lévy (Pogg. Ann. 10. 326) hat die Krystalle 2 + 1gliedrig beschrieben: die Säule $M = a : b : \infty c$ bildet 95° 25′, eine Schiefendfläche $P = a : c : \infty b$ macht mit M 109° 20′. Die Fläche $a : \infty b : \infty c$ etwas blättrig. Ein hinteres Augitartiges Paar $a' : c : \frac{1}{2}b$ macht in der Mediankante 138° 53′, außerdem aber noch ein großer Flächenreichthum. Schmilzt schwer. Der Kjerulfin von Bamle in Norwegen (Jahrb. 1873. 548) derb fettglänzend und röthlich steht ihm nahe $2\,\dot{Mg}^3\,\ddot{P} + Ca\,Fl$, ist aber nach Kobell'scher Ansicht fluorärmer.

Eisenapatit $(\dot{Fe}^3, \dot{Mn}^3)\,\ddot{P} + Fe\,Fl$ (Zwieselit) nannte Fuchs (Journ. prakt. Chem. 18. 499) eine derbe etwas blättrige nelkenbraune fettglänzende Masse, von 3,9 Gew. und Härte 5, welche zuweilen in 2gliedrigen Säulen von 129°, woran der blättrige Bruch die Geradendfläche bilden soll, gefunden wird. Aeußerlich ähnlich dem Triplit von Limoges, namentlich eben so leicht schmelzend. Fand sich im Granit von Zwiesel, hat mit dem Apatit keine Verwandtschaft, sondern kommt vom Triphylin her.

Deville (Compt. rend. 1858. 47. 985) hat sich mit der künstlichen Bereitung der Apatite beschäftigt, und zwei Reihen unterschieden: die Hauptreihe $3\,\dot{R}^3\,\ddot{P} + R\,Cl$ enthält Kalk-, Blei-, Baryt- und Strontian-Apatite und solche Basen, die mit Kohlensäure Aragonitartig krystallisiren; die Nebenreihe $\dot{R}^3\,\ddot{P} + R\,Cl$ enthält Talk-, Kalk-, Mangan- und Eisen-Wagnerite, und solche Basen, die mit Kohlensäure kalkspathartig krystallisiren. Die eine Hälfte kommt in der Natur vor, die andere Hälfte wurde künstlich dargestellt.

Künstlich wurden dann weiter mit Arseniksäure Arsenikapatite und Arsenikwagnerite (Compt. rend. 65. 172) von Lechartier dargestellt, ja Hautefeuille (Compt. rend. 77. 896) bekam sogar Chlorovanadate von Kalk in sechsgliedriger und rhombischer Form, d. h. einen Vanadinapatit und Vanadinwagnerit, wodurch der vollständige Isomorphismus von $P_2\,O_5$, $As_2\,O_5$, $V_2\,O_5$ bewiesen wäre. Freilich würde dazu die neue Formel von Kobell nicht angenehm passen.

Apatite und Phosphorite dienen heute den Landwirthen. Sie werden durch Schwefelsäure aufgeschlossen:

$$Ca_3\,P_2\,O_8 + 2H_2\,SO_4 + 4\,H_2O = 2(Ca\,SO_4\,2H_2O) + (Ca\,H_4)\,P_2O_8,$$

wobei sich Gyps niederschlägt und Superphosphat $(\dot{Ca}\,\dot{H}^2)\,\ddot{P}$ erzeugt. Eisen und Thonerde bedingen dabei ein Zurückgehen der löslichen Phosphorsäure in unlösliche, wie beim Lahnphosphorit, der zu Staffel (Staffelit Jahrb. 1866. 717) im Strigocephalenkalk gewonnen wird, wo sogar die Petrefacten (Jahrb. 1870. 498) in Phosphorit verwandelt sind. Som-

breit von der Insel Sombrero im Caraibischen Meere ist ein weißer Muschelhaltiger Korallenfels, der durch Infiltration von Guanosalzen allmählig 75 % phosphorsauren Kalk erhielt (Jahrb. 1864. 631). Kleine glänzende monokline Krystalle ($\dot{C}a^2 + \dot{H}$) $\ddot{P}$ + $\dot{H}$ heißen die Amerikaner Brushite, die amorphe Masse in den Klüften Kollophan $\dot{C}a^3 \ddot{P} \dot{H}$, Sandberger Jahrb. 1870. 308. Auf Navassa hat selbst der Kalkspath Phosphorsäure aufgenommen, und ist zu Afterkrystallen geworden. Die kleinen Krystallhäufchen von monoklinen sechsseitigen Säulen des Bobierrit im Peruanischen Guano sind wasserhaltige $\dot{M}g^3 \ddot{P}$ ohne Spur von Kalk. Die schwarzen und grauen Knollen im Lias und Braunen Jura enthalten nach Gümbel (Sitzb. Münch. Akad. 1867. 147) ebenfalls wesentlich Phosphorsäure. Die Kreide von England, Frankreich, Gallicien, Rußland &c. liefert Massen Coprolithenartiger Knollen, so daß jetzt schon viele Millionen von Centnern, die früher durch den Leib der Thiere gingen, zur Verwerthung kommen. Die Trilobitenschalen im ältesten Uebergangsgebirge enthalten 40 bis 50 p. C. $\dot{C}a^3 \ddot{P}$, daher geht ein großer Phosphorgehalt bis in das tiefste Cambrische System hinab.

2. Buntbleierz Weiß.

Daß es unter den Bleispathen einen schön grünfarbigen gebe, weiß schon Henkel in seiner Pyritologia, der Bergmann konnte es kaum übersehen, daher nannte es Linné plumbum virens, woraus dann die Werner'sche Benennung Grünbleierz entstand. Da sich aber auch andere Farben, gelb, braun &c. finden, so ist der Weißische Name passender. Als Klaproth 1785 darin die Phosphorsäure nachgewiesen hatte, nannte es Karsten Phosphorblei. War auch von Sage (1775) und Klaproth die Salzsäure nicht übersehen, so zeigte doch erst Wöhler (Pogg. Ann. 4. 161) ihre Wichtigkeit, und Hausmann schlug darauf den Namen Pyromorphit vor, der auf das Verhalten vor dem Löthrohr anspielt. Plomb phosphaté, Phosphate of lead. Ein Bleiapatit.

Sechsgliedrig und vollkommen isomorph mit Apatit. Gewöhnlich herrschen die einfachen sechsseitigen Säulen mit Geradendfläche, die Säulen werden durch Querstreifen gern bauchig, aber ein Blätterbruch nach der Geradendfläche läßt sich nicht wie beim Apatit wahrnehmen. Das Dihexaeder, die Endkanten der Säule abstumpfend, $x = a : a : \infty a : c$ hat nach Haidinger 80° 44′ in den Seitenkanten, darnach $a = 1{,}358$. Bei den Arseniksäurehaltigen geht der Winkel bis auf 81° 47′ hinauf, also $a = 1{,}333$. Auch die 2te sechsseitige Säule kommt zu Huelgoat und Johann Georgenstadt vor. Von letzterm Orte stammen die schönsten Krystalle, sie zeigen sogar die drei Dihexaeder rxz des Apatits, allein von den hemiedrischen Flächen (u) wurde noch nichts beobachtet.

Härte 3—4, Gew. 7, Diamantglanz mit geringer Durchscheinenheit, doch wirken feine Krystalle sichtlich auf das Dichroskop. Unter den

Farben herrschen vorzugsweise G r ü n und G e l b, seltener Braun, was zuletzt ganz ins Weiße übergeht.

Vor dem Löthrohr schmelzen sie leicht, geben in der innern Flamme einen Bleirauch, und was an arsenikſaurem Bleioxyd vorhanden, reducirt sich, zuletzt bleibt eine Kugel von $\dot{P}b^3 \ddot{\bar{P}}$, die beim Erkalten polyedrische aber auf keine bestimmte Krystallformen zurückführbare Facetten bekommt, obgleich man oft Pentagonalflächen sieht. Dieses sonderbare Krystallisiren fiel schon Cronstedt (Versuch Miner. 208) in hohem Grade auf. Eisendraht in die schmelzende Perle gesteckt bildet brüchiges Phosphoreisen, und metallisches Blei wird niedergeschlagen. Schmilzt man eine Perle von Phosphorsalz, und setzt eine kleine Probe zu, so entweicht die Salzsäure unter Brausen und Geruch. In Salpetersäure und Kalilauge löslich. Das Chlor erkennt man durch salpetersaures Silber, und wenn blos Blei vorhanden, so fehlt Fluor, weil dieses sich immer an Kalk bindet; bei Gegenwart von $Ca\,\bar{F}l$ fehlt dagegen gewöhnlich Arsenikſäure. Obgleich der Centner Grünbleierz oft nur $\frac{1}{8}$ Lth. Silber enthält, so kann man dieß doch durch Cupellation entdecken. Zu Beresowsk, wo es mit Rothbleierz vorkommt, hat es einen Chromgehalt, denn es gibt mit Phosphorsalz außen eine smaragdgrüne Perle. Die allgemeinste Formel würde sein:

$$3\,(\dot{P}b,\ \dot{C}a)^3\,(\ddot{\bar{P}},\ \ddot{A}s) + (Pb,\ Ca)\,(\bar{C}l,\ \bar{F}l).$$

Buntbleierz hat sich aus dem Bleiglanz in den obern Teufen der Gänge gebildet, auf dem Herrenseegen fraß es förmliche Löcher in den Bleiglanz, zu Mies in Böhmen bildet es Afterkrystalle nach Bleiglanz, bei Markirch in den Vogesen sogar nach Weißbleierz, das selbst erst aus Bleiglanz entstand. Die Phosphorsäure muß daher wohl von außen in den Gang gerathen sein. Das Bestreben dieses Bleisalzes, sich zu constituiren, ist so groß, daß es Heintz (Pogg. Ann. 72. 118) einmal als das beste Mittel vorschlug, um Phosphorsäure aus ihren Verbindungen von Alkalien und alkalischen Erden zu trennen. So mag es auch in die Spalten des Buntensandsteins am Commerschen Bleiberge, zu Jägerthal in den Vogesen, Sulzbach bei Amberg &c. gekommen sein. Als Hauptvarietäten sind etwa folgende zu merken:

1. G r ü n b l e i e r z von Zschopau in Sachsen und Hofsgrund auf dem südlichen Schwarzwalde von Smaragd-, Gras- und Zeisiggrüner Farbe: dort zuerst gekannt, hier so mächtig gefunden, daß es längere Zeit verhüttet wurde.

$$3\,\dot{P}b^3\,\ddot{\bar{P}} + Pb\,\bar{C}l \text{ mit } 87{,}7\ \dot{P}b^3\,\ddot{\bar{P}} \text{ und } 10{,}3\ Pb\,\bar{C}l.$$

Klaproth Beitr. III. 146 erkannte darin die Phosphorsäure, hielt die Salzsäure aber für unwesentlich. Im Augenblicke des Krystallisirens glüht die Kugel etwas auf. Ohne Arsenikſäure. Von Kransberg bei Usingen in Nassau kennt man es in derben schweren Stücken mit bauchigen Säulen. Diese besonders groß bei Ems und Bernkastel an der Mosel, hier aber meist in Afterkrystallen, indem die mehr als Zollgroßen Säulen durch Schwefelwasserstoff wieder in Bleiglanz zurückgeführt wurden.

Auf dem Herrenseegen kam es traubig vor mit einem schimmernden Jaspisbruch. Nach Nöggerath (Leonhard's Jahrb. 1847. 37) fanden sich auf der Asbacher Eisenhütte in den Ofenbrüchen künstliche Krystalle so schön als von Hofsgrund.

2. Braunbleierz Werner. Von nelkenbrauner bis weißer Farbe. Ein Theil derselben enthält keine Arseniksäure, wie die bekannten von Poullaouen und Huelgoët in der Bretagne, Ems, Rheinbreitenbach ꝛc. Andere aber, darunter das weiße von Zschopau, breiten sich auf der Kohle aus, riechen nach Arsenik, dabei zeigen sich kleine Bleireguli, allein es bleibt noch eine ansehnliche Perle zurück. Wöhler gibt beim Zschopauer 2,3 $\dddot{\text{As}}$ auf 14,1 $\dddot{\text{P}}$ an, also 3 $\dot{\text{Pb}}^3$ ($\dddot{\text{P}}$, $\dddot{\text{As}}$) + Pb Cl. Auf der Grube Friedrichseegen bei Oberlahnstein kam eine 4 m lange, 3 m hohe, 1 m breite Druse vor (Zeitschr. d. g. Ges. 1868. 240).

Blaubleierz Werner, brach ehemals auf der Dreifaltigkeit zu Zschopau, Farbe zwischen indigblau und bleigrau (Bergm. Journ. II. 1 pag. 347). Nach Haidinger sind die regulären sechsseitigen Säulen Afterkrystalle der dortigen Grünbleierze nach Bleiglanz, die auch zu Huelgoët vorkommen (Pogg. Ann. 11. 371).

3. **Arseniksaures Bleierz** von Johann-Georgenstadt (Breithaupt's Mimetesit, *μιμητής* Nachahmer), von wachsgelber Farbe in den ausgezeichnetsten Krystallen, worin schon Valentin Rose Arseniksäure erkannte, und Wöhler 21,2 Arseniksäure neben nur 1,3 Phosphorsäure nachwies, daher 3 $\dot{\text{Pb}}^3$ ($\dddot{\text{As}}$, $\dddot{\text{P}}$) + Pb Cl. Vor dem Löthrohr reducirt es sich schon in Entfernung von der Desoxydationsflamme zu kleinen Bleireguli, und so wie man nur einigermaßen der innern Flamme sich nähert, zerstäubt die Probe plötzlich zu kleinen Bleikügelchen. Bei sorgfältiger Behandlung bemerkt man aber einen kleinen Rückstand. Zu Keswich in Cumberland krümmen sich die wachsgelben Säulen wurmförmig, und auf der Grube Hausbaden bei Badenweiler kommen garbenförmig eingeschnürte Säulen vor, welche sich dann zu strohgelben Trauben gruppiren. Die Trauben sind mit lauter kleinen Warzen bedeckt, und solche Wärzchen überziehen auch die Quarze. Vor dem Löthrohr hinterlassen sie übrigens schon einen bedeutendern Rückstand. In Cumberland kommen auch oraniengelbe bauchige Säulen vor (Kampylit, *καμπύλος* gekrümmt), sie sollen ihre Farbe einem kleinen Chromgehalt verdanken. Rammelsberg (Pogg. Ann. 91. 316) fand darin 3,3 $\dddot{\text{P}}$, 18,5 $\dddot{\text{As}}$, 2,4 Cl, 76,5 $\dot{\text{Pb}}$.

4. Polysphärit Breithaupt (Pogg. Ann. 26. 489) von den Gruben Sonnenwirbel und St. Niclas bei Freiberg. Kugeln und Tropfen von nelkenbrauner bis isabellgelber Farbe gruppiren sich traubig. Ihr specifisches Gewicht nur 6,1, wegen einer Beimischung von 12 p. C. Fluorapatit, folglich ohne Arseniksäure:

$$3\,(\dot{\text{Pb}}, \dot{\text{Ca}})^3\,\dddot{\text{P}} + (\text{Pb}, \text{Ca})\,(\text{Cl}, \text{Fl}).$$

Die Löthrohrperle krystallisirt nicht. Die grauen Trauben von Mies in

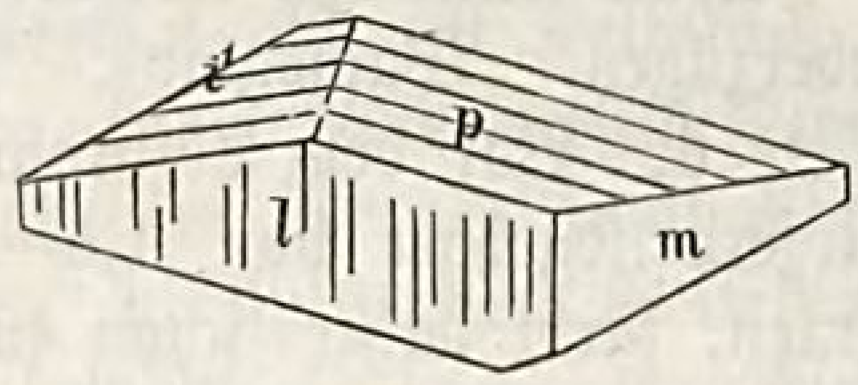
Böhmen haben nach Kersten nur 7,7 Apatit, daher hieß sie Breithaupt Miesit.

Traubige Bleierze sind überhaupt leicht verunreinigt. Schon Romé de l'Isle erwähnt eines Plomb rouge en stalactites von Huelgoët, was Gillet Laumont Plomb gomme (Bleigummi) nennt, weil es das Ansehen von Arabischem Gummi hat. Berzelius fand darin 37 $\ddot{\mathrm{Al}}$, darnach wäre die Formel $\dot{\mathrm{Pb}}\,\ddot{\mathrm{Al}}^2 + 6\,\dot{\mathrm{H}}$. Andere fanden auch wahrhaft Buntbleierz eingemengt $3\,\dot{\mathrm{Pb}}^3\,\ddot{\mathrm{P}} + \mathrm{Pb}\,\mathrm{Cl} + 18\,\dot{\mathrm{H}}^3\,\ddot{\mathrm{Al}}$. Kobaltsolution färbt die Perle schön blau. Solche blauen Perlen gibt auch der Nussierit von den Halden der Grube Nussière bei Beaujeu im Dep. Rhone, hier bekommt man selbst von den krystallisirten sechsseitigen Säulen schöne blaue Farben, ein Beweis, daß die Thonerde nur Beimischung sein dürfte. Breithaupt's

Hedyphan (ἡδυφανής lieblich glänzend) mit Diamantglanz von Langbanshytta in Wärmeland, eine derbe graulichweiße blättrige schwach krystallinische Masse, von nur 5,5 Gew., bildet fingerbreite Trümmer im braunen Granate und Mangankiesel aus den dortigen Eisenerzgruben. Nach Kersten $3\,(\dot{\mathrm{Pb}}, \dot{\mathrm{Ca}})^3\,(\overset{...}{\mathrm{As}}, \overset{...}{\mathrm{P}}) + \mathrm{Pb}\,\mathrm{Cl}$. An derselben Stelle kommt auch Kühn's Berzeliit vor, eine derbe gelblichweiße durchscheinende fettglänzende Masse, Härte 5—6, Gew. 2,5. $\dot{\mathrm{Ca}}^3\,\overset{...}{\mathrm{As}} + (\dot{\mathrm{Mg}}, \dot{\mathrm{Mn}})^3\,\overset{...}{\mathrm{As}}$. Sandberger's Carminspath (Pogg. Ann. 103. 345) von Horrhausen nördlich Sayn auf Brauneisenstein ist $\dot{\mathrm{Pb}}^3\,\overset{...}{\mathrm{As}} + 5\,\ddot{\mathrm{Fe}}\,\overset{...}{\mathrm{As}}$, feine carminrothe Nadeln.

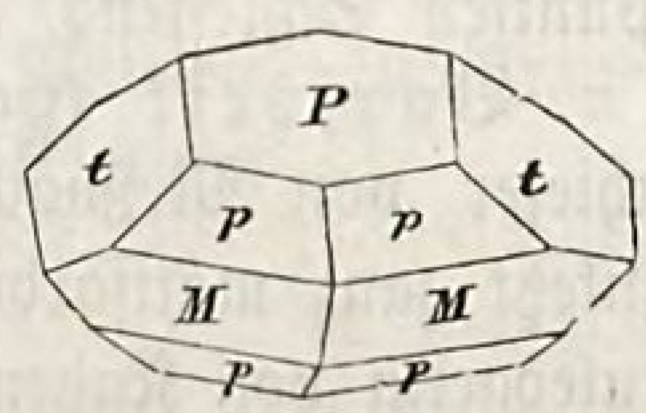
3. Amblygonit Breith.

Ἀμβλυγόνιος stumpfwinklig, weil man ihn anfangs für rechtwinklig hielt und mit Skapolith verwechselte, Hoffmann Handb. Mineral. IV. b. 159. Zwei scheinbar gleiche Blätterbrüche schneiden sich unter 106° 10′, etwa so deutlich wie M Feldspath, erweisen sich optisch aber eingliedrig. Härte 6, Gew. 3, trüb und Feldspathartig aussehend. Allein vor dem Löthrohr schmilzt er außerordentlich leicht, und in günstigen Fällen nimmt man dabei eine grünliche Phosphorescenz wahr. Berzelius wies darin $\ddot{\mathrm{P}}$, $\ddot{\mathrm{Al}}$, $\dot{\mathrm{Li}}$ und Fl nach und gab ihm darnach die ungefähre Formel $\dot{\mathrm{Li}}^2\,\ddot{\mathrm{P}} + \ddot{\mathrm{Al}}^4\,\ddot{\mathrm{P}}^3$, da es aber die Flamme nicht roth sondern gelb färbt, so läßt das auch auf einen Natrongehalt schließen. Rammelsberg (Pogg. Ann. 64. 265) schrieb ihn $\dot{\mathrm{R}}^5\,\ddot{\mathrm{P}}^3 + \ddot{\mathrm{Al}}^5\,\ddot{\mathrm{P}}^3 + \mathrm{R}\,\mathrm{Fl} + \mathrm{Al}\,\mathrm{Fl}^3$ mit 5,7 $\dot{\mathrm{Li}}$, 0,5 Li, 5 $\dot{\mathrm{Na}}$, 0,7 Na 47,8 $\ddot{\mathrm{P}}$ ꝛc., was er jetzt zu $2\,\mathrm{Al}\,\mathrm{PO}^8 + 3\,\mathrm{R}\,\mathrm{Fl}$ vereinfachte; nach Weisbach (Synopsis 34) sogar blos fluorhaltig $\dot{\mathrm{Li}}\,\ddot{\mathrm{Al}}\,\overset{...}{\mathrm{P}}$. Das Fossil kommt zu Chursdorf und Arnsdorf ohnweit Penig in Sachsen in Steinbrüchen des Granits mit Topas, Turmalin, grünem Talkglimmer vor. Später fand es sich zu Hebron (Maine) massenhaft im Lepidolith, und zwar in eingliedrigen Krystallen (Dana, Syst. Mineral. 1868 pag. 545). Dazu kam dann der **Montebrasit** Descl. Compt. rend. 73. 306 und 325



aus den Zinnsteinlagern von Montebras im Creuse-Depart. Nicht blos die Zusammensetzung, sondern auch die Form stand jedenfalls dem Amblygonit nahe: m ist der deutlichste Blätterbruch; p minder deutlich, p/m = 105° 44'; noch undeutlicher i; m/l = 151° 4', p/l = 95° 20'. Descloizeaux (Ann. Chim. Phys. 4 ser. XXVII) gestand bald selbst zu, daß es sich hier um das gleiche Mineral handle. Allein es fand sich bei Hebron und Montebras noch ein zweites Wasserhaltiges (4,7 $\dot{H}$) und Natronfreies wenn auch sonst sehr verwandtes Fossil mit 9,8 $\dot{L}i$, auf welches nun der neue Name übergetragen wurde, zumal da sie sich auch optisch unterschieden. Denn beide verbinden zwar als eingliedrige Krystalle die dispersion tournante mit der inclinée, allein schneidet man an die Rhomboidische Säule p/m eine Endfläche s, so wird diese von der Ebene der optischen Axen in einer Linie geschnitten, die am Amblygonit sich der Kante m/s, beim Montebrasit der p/s unter scharfem Winkel nähert. Zwillingslamellen, welche einer Abstumpfungsfläche der Kante p/m parallel gehen, entstellen die optischen Bilder.

Herderit (Allogonit), welchen Breithaupt schon im Jahre 1813 im Flußspath der Zinnsteingruben von Ehrenfriedersdorf entdeckte, und an Werner verschenkte. Lange war dieß das einzige Stück, welches Werner selbst für Apatit hielt, weil es namentlich dem Spargelstein vom Zillerthal sehr gleichen soll. Allein Haidinger's (Pogg. Ann. 13. 502) Messungen zeigten, daß es 2gliedrig sei: eine rhombische Säule



M = a : b : ∞c 115° 53' ist blättrig, darauf ein Oktaeder p = a : b : c mit 141° 16' und 77° 20' in den Endkanten aufgesetzt, eine Fläche t = c : $\frac{2}{3}$b : ∞a macht diese Endigung scheinbar dihexaedrisch, und da nun auch die Geradendfläche P = c : ∞a : ∞b nicht fehlt, so konnte man dabei wohl an Apatit denken, Härte 5, Gew. 3. Mit Kobaltsolution schön blau, und der wesentliche Gehalt ist $\dot{C}a$, $\ddot{A}l$, $\ddot{P}$ und Fl.

4. Türkis.

Ein alter Edelsteinname, der aus Persien kam, und nicht von den Türken, sondern vom Chaldäischen Torkeja abstammen soll. Turquesia Leonardi Speculum lapidum 1533 pag. 43. Agricola 626 sagt von ihm: alii boream, juniores Turcicam nominant. Ohne Zweifel Jaspis Persae Persischer Jaspis Plin. hist. nat. 37. 37 aeri similem. Dagegen hat Fischer in Moskau ihn auf den Callais Plinius 37. 33 und 56 mit solcher Bestimmtheit bezogen, daß ihn viele Mineralogen seitdem Kalait nennen. Calchihuitl der alten Mexicaner (Silliman Amer. Journ. 1858. XXV. 227). Arabisch Firuzeh, der das Unglück abwendet.

Man kennt ihn nur derb und unkrystallinisch, höchstens in traubigen Ueberzügen. Wachsglanz. Himmelblau bis berggrün. Gew. 2,7—3, Härte 6. Vor dem Löthrohr schwärzt er sich und ist unschmelzbar, einem Kupferoxydgehalt von 1,5—2 p. C. scheint er seine schöne Farbe zu danken, färbt daher schon für sich die Flamme grün. Hermann (Journ. prakt. Chem. 33. 284) gibt dem orientalischen die Formel $\dddot{\mathrm{Al}}^2\ \ddot{\mathrm{P}}\ \dot{\mathrm{H}}^5$, er fand im schönsten blauen 47,4 $\dddot{\mathrm{Al}}$, 27,3 $\ddot{\mathrm{P}}$, 18,2 $\dot{\mathrm{H}}$, 2 $\dot{\mathrm{Cu}}$, 3,4 $\dot{\mathrm{Ca}}^3\ \ddot{\mathrm{P}}$.

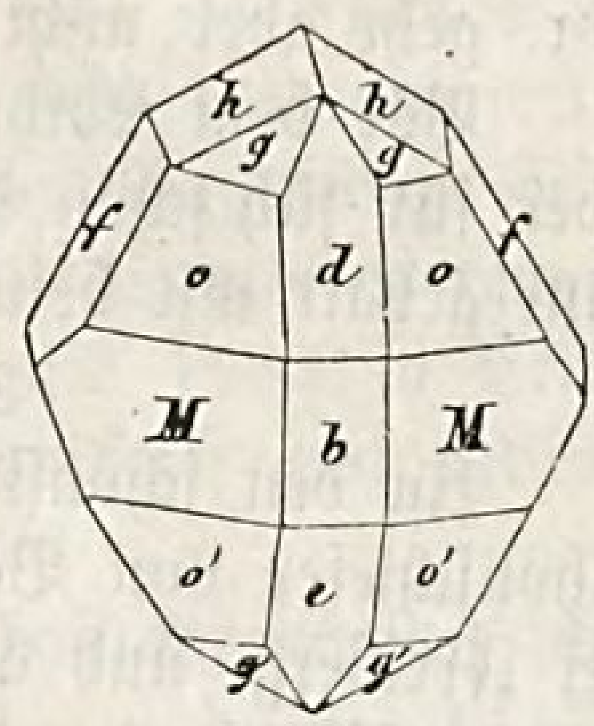
Der ächte orientalische Türkis (de la vieille roche) kommt als Geschiebe und oberflächlich anstehend zwischen Nischapur und Meschhed im nordöstlichen Persien vor. Die Bucharen bringen ihn aus dem Muttergestein herausgeschlagen nach Moskau in den Handel: er bildet dünne Adern im Kieselschiefer, und wenn er in dickern Massen vorkommt, so ist er unrein. Major Macdonald hatte auf der Londoner Industrieausstellung 1851 die feinsten Türkise aus dem Megarahthal auf der Halbinsel Sinai vorgelegt, wo die reinsten Massen bis zur Haselnußgröße in Spalten der Porphyre ausbrechen, Fraas Württ. Jahresh. 1867 pag. 153. Die grüne Farbe herrscht vor, aber nur die blauen werden geschätzt, unter Erbsengröße haben sie geringen Werth, allein darüber steigen sie schnell im Preise, doch kommt es dabei wie beim edeln Opal wesentlich auf die Schönheit der Farbe an. Muggelich geschliffen benützt man ihn hauptsächlich zum Einfassen werthvoller Edelsteine. Die Mexicaner gruben ihn in den Kegelbergen von Santa Fé. Glocker fand spangrüne traubige dünne Ueberzüge auf Klüften des Kieselschiefers von Steine bei Jordansmühle (Mineral. Taschenb. 1827. b. 460, Pogg. Ann. 64. 633) und an andern Punkten Schlesiens. Breithaupt's

Variscit (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 10. 506) aus dem Kieselschiefer von Meßbach bei Plauen im Voigtlande wird apfelgrün und zuletzt ganz mattfarbig. $\dddot{\mathrm{Al}}\ \ddot{\mathrm{P}}\ \dot{\mathrm{H}}^4$, während der bläulich milchweiße Coeruleoactin von Katzenellnbogen in Nassau $\dddot{\mathrm{Al}}^3\ \ddot{\mathrm{P}}^2\ \dot{\mathrm{H}}^{10}$ ist, Petersen Jahrb. 1871. 353. In den Celtengräbern von Morbihan fanden sich mit Steinwaffen zusammen durchbohrte apfelgrüne Perlen, die nach Damour (Compt. rend. 59. 938) aus $\dddot{\mathrm{Al}}\ \ddot{\mathrm{P}}\ \dot{\mathrm{H}}^5$ bestanden, also saurer als Türkis sind, aber dennoch muthmaßlich aus Persien eingeführt sein sollen. Was im Grunde genommen wenig Wahrscheinlichkeit hat. Dana nannte es Callainit.

Zahntürkis, Turquoise de nouvelle roche. Darunter begreift man besonders den Schmelz von Mastodon- und Dinotheriumzähnen, welche die Härte des edlen Türkises haben. Im südlichen Frankreich (Simorre) wurde früher ein förmlicher Bergbau darauf getrieben; der Schmelz war zwar nur graublau, etwa wie man ihn hin und wieder in den Bohnerzen der Schwäbischen Alp findet, allein durch Erhitzen wurde er schöner. In Sibirien werden auch Mammuthszähne, welche durch Blaueisenerde gefärbt sein sollen, verwendet.

Blauspath Wern., Lazulith Karsten (nicht mit Lasurstein zu verwechseln, den die Franzosen auch Lazulite nennen), Klaprothin Beudant.

Derselbe wurde zuerst von Widenmann (Bergmänn. Journ. 1791. Bd. 1. 345) im Fressnitzgraben, welcher sich in das Mürzthal ohnweit Krieglach in Obersteiermark öffnet, bemerkt, wo er derb in einem schneeweißen Quarz mit silberfarbigem Glimmer vorkommt, weshalb ihn Werner anfangs für Feldspath hielt; blaß smalteblau bis berggrün, mit splittrigem Hornsteinartigem Bruch und wenig innerm Glanz, Härte 5—6, Gew. 3. Klaproth übersah die Phosphorsäure, doch geben sie mit Schwefelsäure befeuchtet eine schwachgrüne Flamme, mit Kobaltsolution ein schönes Blau, Brandes wies 43,3 $\dddot{P}$, 34,5 $\ddot{Al}$, 13,5 $\dot{Mg}$, 6,5 $\ddot{Si}$ und 0,5 $\dot{H}$ nach. Schon im Anfange des Jahrhunderts fand sich die Lasurblaue Abänderung im glimmerhaltigen Thonschiefer vom Rädelgraben bei Werfen (Klaproth Beitr. IV. 288), sie kommt dort zwar selten aber schön krystallisirt vor, und soll 2 + 1gliedrig sein:

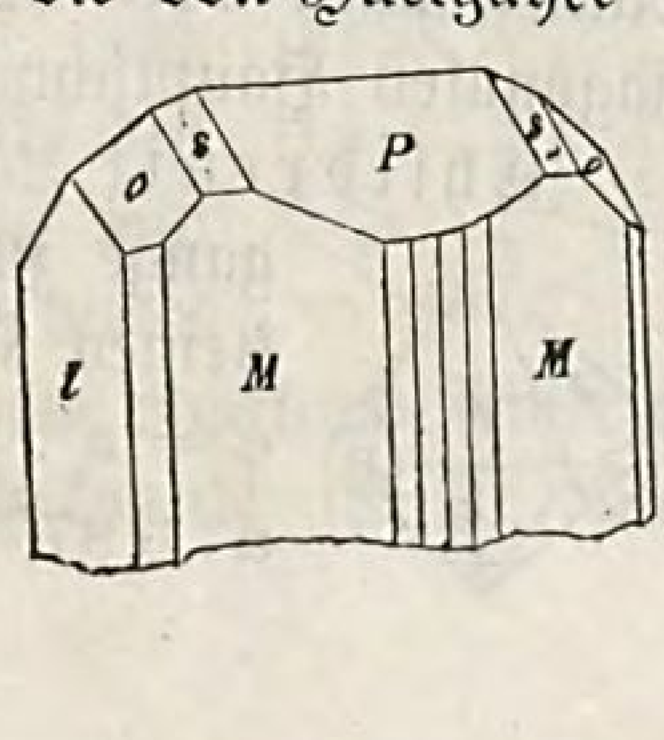


Eine geschobene Säule M = a : b : ∞c 91° 30′; b = a : ∞b : ∞c stumpft die vordere stumpfe Säulenkante gerade ab; P = c : ∞a : ∞b macht 88° 2′ gegen die Axe c, daher können o = a : b : c vorn in Kante a : c 100° 20′ und o′ = a′ : b : c hinten in Kante a′ : c 99° 40′ kein Rhombenoktaeder bilden, wie man es früher ansah, obgleich der Typus häufig ein zweigliedriges Ansehen hat. Dann kommen auch d = a : o : ∞b, e = a′ : c : ∞b, f = b : c : ∞a, g = a : b : $\frac{1}{2}$c, g′ = a′ : b : $\frac{1}{2}$c, h = b : $\frac{1}{3}$c : ∞a vor. Einfache Krystalle mit fast quadratischer Säule M/M und Augitpaare liegen im Sandstein (Itacolumit) der Vereinigten Staaten (Georgia im Graves-Gebirge) in Gesellschaft mit Diamanten und riesigen Rutilen. Zwillinge. Meist derb mit Glasglanz. Nach Rammelsberg $\ddot{Al}$ $\dddot{P}$ $\dot{Mg}$ $\dot{H}$.

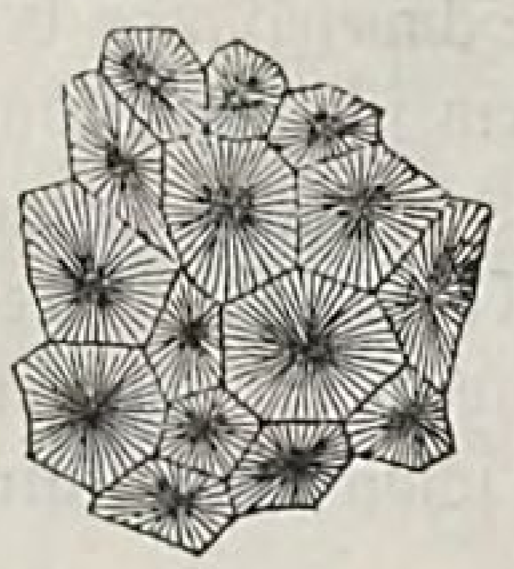
5. Wavelit

wurde von Dr. Wavel im Uebergangsgebirge von Barnstaple in Devonshire entdeckt, und von Babington nach ihm benannt. Davy (Philosoph. Transact. 1805. pag. 155) und Klaproth (Beitr. V. 106) übersahen darin die Phosphorsäure, daher hieß er anfangs Hydrargillite. Erst 1816 fand Fuchs im Lasionit von Amberg Phosphorsäure, und vermuthete, daß sie auch im Wavelit sein möchte, was er 1818 bestätigte, wodurch sich beide als gleich erwiesen. Kapnicit.

Zweigliedriges System. Krystalle bilden gewöhnlich nur sehr kleine Nadeln, nach Phillips und Dufrénoy sollen die von Huelgayec in Südamerika meßbar sein: eine blättrige Säule M = a : b : ∞c macht 122° 15′, deren scharfe Kante durch l = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft wird. Ein Paar P = a : c : ∞b soll nach Phillips in der Axe c sich unter 107° 26′, nach Dufrénoy unter 94° 10′ schneiden. Mehrere



Zuschärfungen der stumpfen Säulenkante. Senff (Pogg. Ann. 18. 474) hat Nadeln von höchstens $\frac{1}{6}$ Linie Dicke von Frankenberg in Sachsen unter dem Mikroskop gemessen, er fand M/M = 126° 25′, P/P = 106.46, und bestimmte darnach $a : b : c = 1 : 1,98 : 0,743$ $s = a : b : c$, $o = a' : c : \frac{1}{2}b$. Kommt meist nur excentrisch faserig vor, die Fasern begränzen sich nicht selten unter markirten Linien, und werden so den Zellen gewisser Sternkorallen nicht unähnlich. Wo die Masse Platz hatte zum Krystallisiren, endigen die Fasern nach außen immer breiter werdend auf der kugeligen Oberfläche gewöhnlich mit dem Paare P, das herausragt, und dann an Schwerspathtafeln erinnert, oder sich kugelförmig rundet.



Härte 3—4, Gew. 2,3—2,5. Weiße Farbe herrscht vor. geht aber nicht selten auch in's Grün und Blau. Glasglanz.

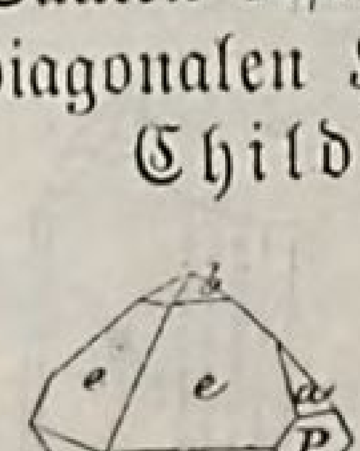
Vor dem Löthrohr selbst in feinen Splittern unschmelzbar, färbt aber für sich schon die Flamme deutlich grün, dazu mag ein kleiner Flußsäuregehalt mit beitragen, der nach Berzelius 2 p. C. beträgt:

$$3\,(\ddot{Al}^4\,\ddot{\bar{P}}^3 + 18\,\dot{\bar{H}}) + \bar{Al}\,\bar{Fl}^3.$$

Zu den schönsten Vorkommen gehören die zuerst gekannten aus dem Thonschiefer von Barnstaple, aus dem Kieselschiefer von Langenstriegis bei Freiberg, und aus einer sehr sandigen Grauwacke des ältern Uebergangsgebirges von Zbirow bei Beraun, und hier nur in den der Oberfläche nahen Klüften. Auch zu Diensberg bei Giessen kommt er auf Klüften des Thonschiefers vor. Dieses Auftreten im Thonschiefergebirge hat große Verwandtschaft mit dem des Türkises. Zu Amberg findet er sich in weißen Kugeln mitten im Eisenerz des braunen Jura (Lasionit, λάσιος behaart). Am Vesuv kommt er sogar auf ausgeworfenen Marmorblöcken vor, doch sind die Anflüge hier sehr zart. Breithaupt's Stricgisan, grauliche halbzersetzte Kugeln in Klüften des Kieselschiefers von Langenstriegis, soll chemisch nicht verschieden sein.

Peganit Breithaupt (Schweigger Journ. 60. 308) mit Wavelit auf der Höhe zwischen Langenstriegis und Frankenberg bei Freiberg, geht bis ins Smaragdgrüne. Soll nach Hermann (Erdmann Journ. prakt. Chem. 33. 287) $\ddot{Al}^2\,\ddot{\bar{P}}\,\dot{\bar{H}}^6$ sein, doch weicht die Krystallisation nicht ab, M/M = 127°, nur ist er minder faserig. Ihm gleicht der Fischerit $\ddot{Al}^2\,\ddot{\bar{P}}\,\dot{\bar{H}}^8$ Hermann l. c. 33. 285 von Grasgrüner Farbe, rindenartige Ueberzüge auf Klüften von Sand- und Thoneisenstein zu Nischnei Tagilsk bildend, zuweilen auch feine sechsseitige Nadeln, die Kokscharow (Min. Ruß. I. 31) als 2gl. Säulen M/M 118° 32′ beschreibt. Die optischen Axen liegen im makrodiagonalen Hauptschnitt.

Childrenit Lévy (Pogg. Ann. V. 163) ist auf einem Spatheisensteingange zu Tavistock in Devonshire vorgekommen, worauf die kleinen Krystalle Drusen machen. Zweigliedrige Oktaeder $e = a : b : c$, Kante $a : c$ 130° 20′, $b : c$ 102° 30′ und $a : b$ 97° 50′, daraus folgt $a : b = \sqrt{1,103} : \sqrt{2,448}$. Ein

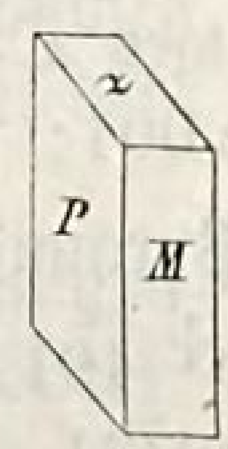


stumpferes Oktaeder b = a : b : ½c schärft die Endecke zu; P = b : ∞a : ∞c etwas blättrig, a = b : 3c : ∞a. H = 5, Gew. = 3,26. Durchsichtige glasglänzende gelblichbraune bis schwarze Krystalle, die zuweilen nur krystallinische Häutchen auf Spatheisenstein bilden. Nach Rammelsberg (Pogg. Ann. 85. 435) $2 (\dot{F}e, \dot{M}n)^4 \ddot{\dot{P}} + \ddot{\bar{A}}l^2 \ddot{\dot{P}} + 15 \dot{\bar{H}}$ mit 29 $\ddot{\dot{P}}$, 14 $\ddot{\bar{A}}l$, 30 $\dot{F}e$, 9 $\dot{M}n$, 17 $\dot{\bar{H}}$. Auch auf Thonschiefer von Crinnis in Cornwall. Ebenfalls unschmelzbar, färbt aber die Flamme grünlich.

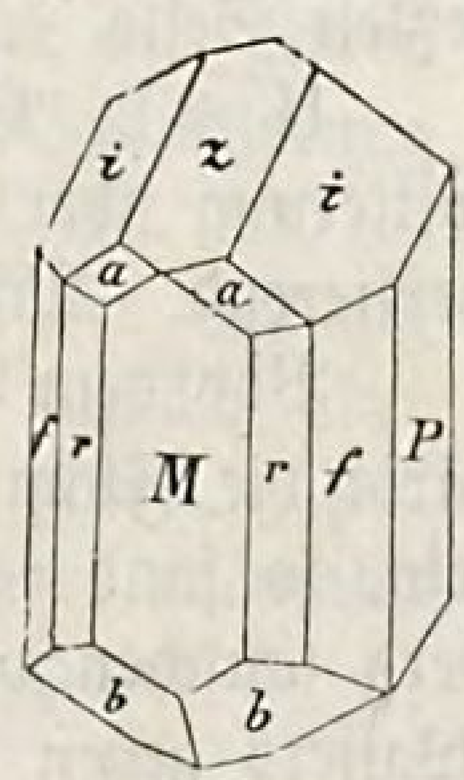
6. Vivianit Wern.

Werner bekam die erste krystallisirte Blaueisenerde durch Vivian aus Cornwall, wo sie auf der Grube Huelkind zu St. Agnes mit Magnetkies vorkommt. Die Franzosen (Laugier Ann. du Muséum 1804. III. 405) kannten das Phosphate de fer schon früher von Isle de France und Brasilien. Uttinger erkannte bereits 1807, daß das von Bodenmais kein Cyanit sei (Denkschrift. Münchener Akad. Wissensch. 1817. 233). Das erdige Eisenblau kannte man längst vorher, denn schon Wallerius nannte es Coeruleum Berolinense nativum, aber erst Klaproth wies 1784 in Crell's chem. Annalen darin die Phosphorsäure nach. Isomorph mit Kobaltblüthe und Pharmakolith.

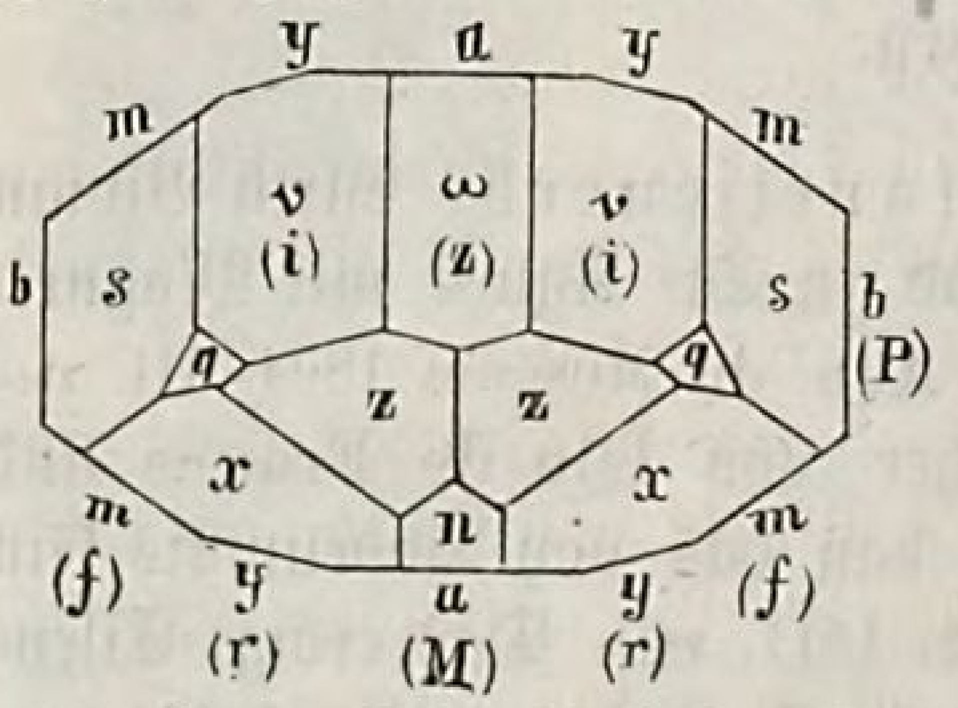
2 + 1gliedrig, und so genau Gypsartig, daß Breithaupt schon 1818 den Namen Eisengyps in Vorschlag brachte: f = a : b : ∞c 111° 6' (108.2); P = b : ∞a : ∞c so deutlich blättrig als Gyps; M = a : ∞b : ∞c stumpft die stumpfe Säulenkante f/f ab, und würde dem muscheligen Bruche des Gypses entsprechen, der aber nicht vorhanden zu sein scheint. Die beim Gyps seltene z = ½a : c : ∞b ist gewöhnlich, und z/M bilden eine rhomboidische Säule von 125° 18' (125.22), gegen welche P rechtwinklig steht. Ein faseriger Bruch auf der Hinterseite ist vorhanden, er macht aber gegen Axe c einen Winkel, der nur wenige Grade kleiner ist als der rechte. Entspräche er der Fläche T = ⅓a' : c : ∞b, welche Dufrénoy 109° 5' gegen M angibt, so wäre das eine auffallende Analogie. Sein Vorhandensein merkt man besonders an der verschiedenen Härte auf P, denn mit einer feinen Nadel spürt man, daß das Mineral senkrecht gegen die Faser entschieden ritzbarer ist, als parallel derselben.



Außerdem ein Paar aus der Diagonalzone von z, wahrscheinlich i = c : ¼a : ⅛b 119° 4' (120.26) in der Mediankante, ein Paar b aus der Diagonalzone von T gibt schon Phillips an. In der Säulenzone zwischen f und M die r = a : 3b : ∞c, und eine seltene Fläche a scheint nach Phillips die Kanten i/M abzustumpfen. Krystalle von 1½ Zoll Länge und ¾ Zoll Dicke mit den ausgedehnten Flächen MzP bildet Hr. Ulrich (Contributions Miner. Victoria. 1870. 11) vom Buckland River ab. Leider sind gute Krystalle nicht gewöhnlich. Doch konnte sie Hr. Des-



cloizeaux (Mém. Inst. France 1867 XVIII. 184) optisch genau untersuchen, fand aber auffallender Weise, daß die Ebene der optischen Axen, nicht wie beim Gyps mit der Medianebene, sondern mit einer Schiefendfläche zusammenfällt, die gegen die Hauptaxe c $61\frac{1}{2}$ Grad geneigt ist. Abgesehen von den vielen neuen Flächen bestimmte er den Säulenwinkel $f/f = 108^0\ 10'$, Hr. v. Rath (Pogg. Ann. 136. 405) sogar nur 108.2, während die andern Hauptwinkel gerade nicht wesentlich abweichen, wie die eingeklammerten Zahlen zeigen. Ich copire hier die Rath'sche Hauptfigur, um zu zeigen,



daß die frühere Darstellung im Wesentlichen blieb, nur ist die Flächenzahl vermehrt und die Stellung verkehrt, wie die eingeklammerten Buchstaben sofort zeigen. Da w (z) $54^0\ 40'$ und Kante z/z $53^0\ 29'$ gegen Axe c macht, so schließen a/c $90.54\frac{1}{2}$ ein, wenn man von den Axen $a:b:c = 0,726:1:5262 = 1,377:1,9:1$ ausgeht. Die Schiefendfläche $w = a' : c : \infty b$ ist häufig die größte und glänzendste, wie unter andern auch die einfachen Krystalle aus dem Goldsande von Alexandra in Südaustralien beweisen. Legt man sie auf einen Gypskrystall aus dem englischen Oxfordthon, so kommt man immer wieder zu der alten Idee des Gypses. Die andern Flächen werden m 110, y 310, n 503, v 3'43, s 1'41, z 323, q 163, x 543 ꝛc. Für **schiefe** Axen vereinfachen sich die Flächensymbole, weil man gewöhnlich einfachere Grundformen wählen kann: darnach haben wir ein zweispaltiges Oktaid x 111 und v 1'11; das dreispaltige Hexaid a 100, b 010, c 001; und das vierspaltige Dodekaid m 110, e' 011, n 101, w 1'01; Pyramidenwürfel in Unzahl g 012, o^2 102, $a^{\frac{1}{2}}$ 2'01, y 310, a^3 1'03, $o^{\frac{1}{4}}$ 401, $a^{\frac{1}{4}}$ 4'01, o^9 109, $a^{\frac{4}{7}}$ 7'04, $e^{\frac{3}{2}}$ 023; Leucitoide z 112, r 1'12, s 1'31, 8'33; Polyeder q 1'32, 836, 3.5.14. Da gute Krystalle selten sind, so sind Verwechselungen einzelner Flächen kaum zu vermeiden. Nur die Schiefendfläche leitet, daher stellte sie Weiß nach vorn. Obiger Winkel von 109^0 für T scheint mit der Kante q/q zu stimmen, welche dieselbe Neigung gegen Axe c hat, freilich nach Rath auf der entgegengesetzten Seite.

H = 2, Gew. 2,6. An sich farblos und durchsichtig, durch Verwitterung aber smalte- bis indigblau, und dann sehr an Durchsichtigkeit verlierend. Milde und etwas biegsam.

Vor dem Löthrohr schmilzt er leicht zu einer magnetischen Kugel, und färbt die Flamme grün. Das ursprüngliche farblose Salz soll $\dot{F}e^3 \ddot{\dot{P}} \dot{H}^8$ sein, so fand es Fischer im Sande von Delaware; allein nach Rammelsberg tauschen von je 8 Atomen des Salzes 2 Atome die Hälfte ihres Wassers gegen 3 Sauerstoff aus, wodurch die blaue Farbe und die complicirtere Formel

$$6\ (\dot{F}e^3\ \ddot{\dot{P}}\ +\ 8\ \dot{H})\ +\ (\ddot{F}e^3\ \ddot{\dot{P}}^2\ +\ 8\ \dot{H})$$

entstehen soll. Vivianit ist im Wasser unlöslicher als phosphorsaurer Kalk, wenn daher kohlensaures Eisenoxydul zu Lösungen des letztern kommt, so bildet sich Vivianit. Daraus läßt sich das Eisenblau in Torfmooren, in Markröhren lange gelegener Leichname auf Gottesäckern und in Bergwerken z. B. auf der Scharley-Galmei-Grube in Oberschlesien (Jahrb. 1848. 627) erklären.

Der krystallisirte kommt auf Gängen des Thonschiefers von Cornwallis und des Granites von Bodenmais vor, insonders auf Thraulit mit Magnetkies. Höchst eigenthümlich sind die prachtvollen Nadeln und Blätter in Höhlen der Steinkohlenschlacken eines unterirdischen Brandes von la Bouiche (Allier), Commentry und Cransac (Aveyron). Zu Schunguleck bei Kertsch in der Krimm lagern in einem tertiären Thoneisensteinflötz weißschalige Muscheln des Mytilus Brardii, die im Innern gänzlich mit Blaueisenerde erfüllt sind, in welcher krystallisirte Strahlen von Vivianit liegen. Aehnlich der Mullicit in den Mullica-Hills von New-Jersey, wo die Blaueisenerde in fingersgroßen Röhren sich ablagert. Auf der Lava von Isle de France kommt er fasrig wie Fasergyps vor, und der Faser geht auch der blättrige Bruch P parallel (Dufrénoy, Trait. Minér. II. 534). Der Anglarit von Anglar Dep. Haut Vienne ist strahlig.

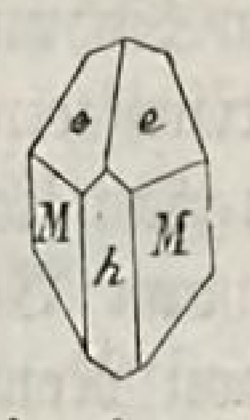
Erdiger Vivianit, Blaueisenerde, fer azuré Hauy IV. 157. Finden wir am häufigsten in Torfmooren und Tertiären Thonen. Frisch gegraben verräth er sich gewöhnlich noch nicht durch blaue Farbe, diese tritt erst an der Luft ein. Nesterweis eingesprengt, aber auf mannigfache Weise verunreinigt. Macht die Sumpferze kaltbrüchig. Die Schwedischen Moore mit 7 p. C. Phosphorsäure werden gebrannt als Düngmittel verwerthet.

Kakoxen $\dddot{\bar{F}}e^{2}\,\ddot{\bar{P}}\,\dot{\bar{H}}^{12}$, aus den Brauneisenerzen von St. Benigna im Beraunerkreise, wo es fasrige Ueberzüge von strohgelber Farbe bildet, und die Erze kaltbrüchig macht (κακός schlecht, ξένος Gast), scheint mit Wavelit und Vivianit verschwistert, vorzugsweise aber durch Verwitterung des letztern entstanden zu sein. Daselbst findet sich Breithaupt's Beraunit, mit gelbem Strich, der nur durch Verwitterung von Vivianit hervorging. Dabei liegen ferner kleine grünliche Kugeln von Barrandit $(\dddot{\bar{F}}e, \dddot{\bar{A}}l)\,\ddot{\bar{P}}\,\dot{\bar{H}}^{4}$, die schon 12,7 Thonerde enthalten, sich aber mit gelben Fäserchen von Kakoxen überziehen, der offenbar auch durch Verwitterung hervorgeht. Der fleischrothe blättrige Sarkopsid (Zeitschr. d. geol. Ges. XX. 245) im Gneise der Hohen Eule in Schlesien scheint ebenfalls mit der Bildung des dortigen blauen Vivianits in Verbindung zu stehen, enthält aber etwas Fluor. Etwas eigenthümlich ist der Calcoferrit (Blum, Jahrb. 1858. 287) von Battenberg bei Leiningen in der Rheinpfalz, der ebenfalls blättrig ist, aber schwefelgelbe Nieren bildet, Gew. 2,5, Härte 2—3, 34 $\ddot{\bar{P}}$, 24 $\dddot{\bar{F}}e$, 15 $\dot{C}a$, 20 $\dot{\bar{H}}$ ꝛc.

Es gibt noch eine ganze Reihe meist seltener phosphorsaurer Eisenerze theils wasserhaltig, theils wasserfrei. Zu den wichtigern zählt:

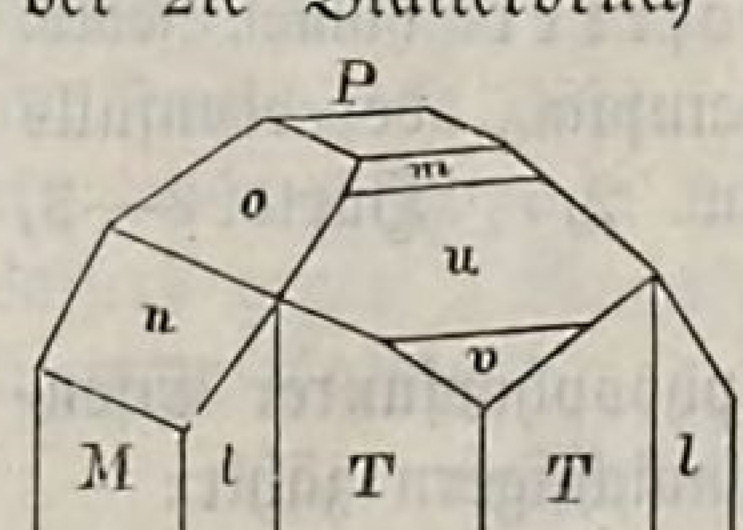
a) Grüneisenstein (Kraurit, Dufrenit), zuweilen in kleinen Oblongoktaedern, gewöhnlich aber von ausgezeichneter Glaskopfstructur (grüner Glaskopf), die Faser scheint blättrig, dunkel lauchgrün, aber mit zeisiggrünem Strich, H = 3—4, Gew. 3,3. Schmilzt leicht zu einer schwarzen Schlacke. Karsten fand in dem vom Hollerter Zuge bei Siegen 63,4 $\ddot{\bar{F}}e$, 27,7 $\ddot{\bar{P}}$, 8,5 $\dot{\bar{H}}$, das gäbe 2 $\ddot{\bar{F}}e^2\ \ddot{\bar{P}} + 5\ \dot{\bar{H}}$. Andere fanden aber auch $\dot{F}e$, daher könnte er schon oxydirt sein. Ausgezeichnet zu Göritz bei Hirschberg an der Saale im Fürstenthum Reuß.

b) Hureaulit Alluaud, phosphorsaures Eisenmangan, kleine Gänge im Granit von Hureault bei Limoges in Centralfrankreich bildend. Hauy IV. 338 „theilbar nach Ebenen, welche auf ein rechtwinkliches Parallelepiped zu führen scheinen". Dufrénoy beschrieb die Krystalle 2 + 1gliedrig, eine Säule M/M macht vorn einen scharfen Winkel 62° 30′, die scharfe Kante gerade abgestumpft durch h, ein Augitpaar e macht 88° untereinander, ihre Mediankante 68° gegen Axe c geneigt. Glasartiger Bruch, hell hyacinthroth und sehr durchsichtig, daher Hyacinthen gleichend, aber nur Apatithärte und Gew. 2,3. Leicht zu einer schwarzen Kugel schmelzend. $(\dot{M}n, \dot{F}e)^5\ \ddot{\bar{P}}^2 + 5\ \dot{\bar{H}}$. Mit ihm kommt der derbe Heterosit vor, zwei Blätterbrüche schneiden sich unter 100°. Ihre bläulichgrüne Farbe erinnert sehr an Triphylin, allein diese verschießt an der Luft ins Violett. Er ist sichtlich ein Verwitterungsproduct, schmilzt sehr leicht, und färbt die Flamme grün.



c) **Triphylin** (Fuchs Erdmann's Journ. prakt. Chem. 1834. III. 98), φυλή Stamm, also dreistämmig, weil er aus drei Phosphaten besteht. Zu Rabenstein bei Zwiesel auf Nestern des Granits mit Albit und gemeinem Beryll in derben Feldspathartigen Stücken vorkommend, die man nicht für das halten sollte, was sie sind. Zwar steckt dazwischen ein sehr ähnlich aussehender weißer Albit, allein derselbe hat Zwillingsstreifen auf P und schmilzt sehr schwer zu weißem Glase, während der bläuliche Triphylin außerordentlich leicht zu schwarzem schmilzt, und in günstig verwitterten Proben die Flamme roth (Lithion) und grün (Phosphorsäure) färbt.

Zwei ungleiche Blätterbrüche, wenn auch nicht so deutlich als beim Feldspath, lassen sich mit ziemlicher Sicherheit erkennen, sie schneiden sich unter rechten Winkeln. Fuchs gibt sogar noch zwei andere an, die sich ungefähr unter 132° in einer rhombischen Säule schneiden sollen, allein man kann sich an derben Stücken kaum von ihrer Existenz überzeugen, der 2te Blätterbruch wird dann die scharfe Säulenkante dieser Säule



abstumpfen, und der erste ungefähr gegen sämmtliche senkrecht stehen. Frische Krystalle sind zwar selten, dagegen kommen verwitterte von ansehnlicher Größe vor, die Hr. Tschermak (Sitzb. Wien. Akad. 47. 282) **zweigliedrig** fand: eine blättrige Säule T = a : b : ∞c von 133° wird in der

scharfen Kante durch den 2ten Blätterbruch M = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft, der erste P = c : ∞a : ∞b bildet die Geradendfläche. Setzt man u = a : c : ∞b mit 40° gegen Axe c geneigt, so ist o = b : 2c : ∞a, n = b : 3c : ∞a; v 302, w 102, l 120. Grünlichgrau, aber vielfach von schmalen dunkelblauen Trümmern durchzogen, die ihrer Farbe nach an Vivianit erinnern und einzelnen Stellen auch ihr Blau mittheilen. Härte 4—5, Gew. 3,6. Schwacher Fettglanz. Durch Verwitterung wird es eine schwarze bröckliche Masse.

$(\dot{Fe}, \dot{Mn}, \dot{Li})^3 \ddot{\bar{P}}$ mit 41,5 $\ddot{\bar{P}}$, 48,6 $\dot{Fe}$, 4,7 $\dot{Mn}$, 3,4 Lithion, Rubidium, Spuren von Caesium, Magnesia ꝛc. Rammelsberg nimmt $\dot{R}^5 \ddot{\bar{P}}^2$ an. Oesten (Pogg. Ann. 107. 436) fand 7,7 Lithion. In Salzsäure leicht löslich; wird diese abgedampft und dann mit Weingeist digerirt, so brennt er mit purpurrother Flamme. Die Lithionflamme mit dem Grün der Phosphorsäure gemischt zeigt sich schon unmittelbar namentlich bei halbverwitterten Proben in der Platinzange. Das Lithion geht durch Verwitterung leicht verloren, es oxydirt sich $\dot{Fe}$ und $\dot{Mn}$ zu $\dddot{\bar{Fe}}$ und $\dddot{\bar{Mn}}$, die Masse nimmt dabei Wasser auf, wird schwarz und es entsteht $(\dddot{\bar{Fe}}, \dddot{\bar{Mn}})^3 \ddot{\bar{P}}^2 + 3 \dot{\bar{H}}$. Die schwarzgrünen Verwitterungsrinden nannte Fuchs Melanchlor. Berzelius (Pogg. Ann. 36. 474) erwähnt von Kietyö bei Tammela in Finnland eines gelben Tetraphylin, der auch leicht schwarz wird, und vier Basen $\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Li}$ hat. Er gehört wie die schwarzen Krystalle der »Phosphate of Iron, Manganese and Lithia« von Norwich in Massachusets hierhin.

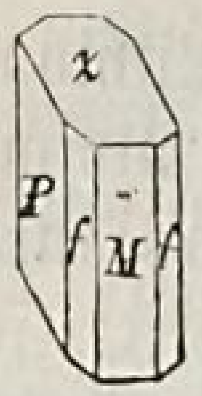
d) Triplit Hausmann mit gemeinem Beryll aus einem Quarzgange des Granites von Limoges. Bräunlich schwarze Masse mit Fettglanz, die Splitter scheinen lichtbraun durch. Es werden öfter auch dreierlei auf einander rechtwinklige Blätterbrüche angegeben. Doch konnte Descloizeaux von la Vilate bei Chanteloube nur zwei ungleiche finden, in dem schwächern lag senkrecht gegen den deutlichen die Ebene der optischen Axen. Härte 5, Gew. 3,7. Schmilzt leicht zu einer magnetischen Perle, und besteht aus $\dot{Fe}^4 \ddot{\bar{P}} + \dot{Mn}^4 \ddot{\bar{P}}$. Vergleiche auch den Eisenapatit pag. 566. Delvauxit $\dot{Ca} \dddot{\bar{Fe}}^2 \ddot{\bar{P}} \dot{\bar{H}}^8$ fand Delvaux auf den Halden von Berneau bei Visé, eine kastanienbraune Masse von schwachem Wachsglanz, Gew. 1,8, Härte 2, zerspringt wie Bol im Wasser mit Geräusch; offenbar Verwitterungsprodukt, Jahrb. 1875. 317.

Phosphorsaure Eisenerze, so weit sie in derben unkrystallisirten Massen vorkommen, lassen sich äußerlich nicht scharf trennen. Ihre Neigung zur Verwitterung macht sie auch chemisch unsicher. An Handstücken von Triphylin sieht man deutlich, wie sie schwarz werden, und in eine Masse wie Eisenapatit und Triplit übergehen. Schmelzbarkeit und Färbung der Löthrohrflamme scheint bis zu einem gewissen Verwitterungsgrade zuzunehmen. Davon muß der Phosphoreisensinter (Diadochit) aus dem Alaunschiefer von Arnsbach im Saalfeld'schen unterschieden werden, welcher gleich dem Arseneisensinter durch Auslaugung der Gebirge entsteht. Die Bestimmungen werden hier sehr unerquicklich.

7. Kobaltblüthe $\dot{C}o^3\ \dddot{A}s + 8\ \dot{H}$.

Ein alter Bergmännischer Name. Unter Blüthe versteht der Bergmann Minerale, die strahlig und haarförmig aus den Felsen (nicht selten unter seinen Augen) hervorbrechen. Erythrin.

2 + 1gliedrig, isomorph mit Vivianit. Säule $f = a : b : \infty c$ $111^0\ 8'$, dieser Winkel wie beim Vivianit wahrscheinlich kleiner; $P = b : \infty a : \infty c$ sehr blättrig und der Länge nach weicher als quer; $M = a : \infty b : \infty c$ macht mit $z = \frac{1}{5}a : c : \infty b$ vorn $124^0\ 51'$; $i = c : \frac{1}{3}a : \frac{1}{8}b$ in der Mediankante $118^0\ 23'$ stumpft die Kante P/z ab. Meist starke Streifung parallel dem blättrigen Bruch auf allen Flächen. Dünne Platten geben im polarisirten Licht schöne Farben. Härte 2, Gew. 3, pfirsichblüthroth mit Durchscheinenheit und Milde.



Vor dem Löthrohr entfärben sie sich bei der geringsten Annäherung augenblicklich, und schmelzen gerade nicht sonderlich leicht. Geben auf Kohle einen deutlichen Arsenikgeruch, und die feinsten Splitter schon sehr deutlich blaue Gläser. Erzeugt sich hauptsächlich auf Kobaltgängen durch Zersetzung arsenikhaltiger Kobalterze, die durch ihren rothen Beschlag oft verrathen werden.

Krystalle nadelförmig und excentrisch strahlig, besonders schön zu Schneeberg auf Quarz; zu Wittichen im Schwarzwalde auf Schwerspath; zu Riechelsdorf in Hessen Schnüre im grauen Sandstein des Todtliegenden; zu Gaier in Tyrol auf Kalkstein mit Kupferschaum. Die Fasern werden endlich so fein, daß sie ein sammtartiges Aussehen erhalten, wie zu Wittichen, doch pflegen dann Nadeln von Pharmakolith sich beizumischen, die man nicht leicht mineralogisch trennen kann.

Kobaltbeschlag nennen die Bergleute den rothen Erdkobalt, welcher in staubartigen Ueberzügen sich meist da einfindet, wo schwarzer Erdkobalt verwittert. In einzelnen Fällen, besonders wenn Pharmakolith zugegen ist, bilden sich auch feintraubige Ueberzüge mit einer brennenden blaurothen Farbe, innen aber sind die Kügelchen excentrisch strahlig und weißlich, auch wird der Strich, welchen man durch die schönrothe Farbe der Oberfläche macht, auffallend weiß. Man möchte sie demnach für Pharmakolith halten, welcher blos von einer dünnen Haut Kobaltbeschlag übertüncht wurde, allein mit Borax geben sie sehr intensiv blaue Gläser, und erhitzt man sie nur schwach, z. B. auf einem Blech, so nehmen sie eine prachtvoll blaue Farbe an. Kersten (Pogg. Ann. 60. 268) wies in den Schneebergern 29,2 $\dot{C}o$, 8 $\dot{C}a$ nach, so daß sie die Formel ($\dot{C}o^3$, $\dot{C}a^3$) $\dddot{A}s + 8\ \dot{H}$ zu haben scheinen, und machte darauf aufmerksam, wie wenig constant die Mischung sei, glaubt auch Lévy's

Roselit (Pogg. Ann. 5. 171) hier hinstellen zu sollen, der in kleinen rosenfarbigen Krystallen zu Schneeberg früher äußerst selten war, neuerdings jedoch häufiger vorkam, Weisbach Jahrb. 1874. 46. Seine Formel ist ($\dot{C}o$, $\dot{C}a$, $\dot{M}g$)^3 $\dddot{A}s + 2\ \dot{H}$. Im Kolben erhitzt werden sie prachtvoll

lasurblau, viel schöner blau, als Kobaltblüthe. Schrauf (Miner. Mitth. 1874. 138) lieferte eine sehr ausführliche Monographie davon, wornach sie eine unangenehme **eingliedrige** Form haben. Gew. 3,5, Härte 3—4. Auf der Grube Sophie zu Wittichen im Schwarzwalde sind die traubigen in großer Schönheit vorgekommen, sie sitzen meist auf einer braunen rissigen Borke von braunem Erdkobalt, doch scheint bei vielen die Borke auf den rothen Schwerspath und verwitterten Granit künstlich bereitet und aufgeschmiert. Denn früher ließ ein dortiger Bergmann das Mineral in einem feuchten Keller wachsen. Der rothe erdige Beschlag ist auf Kobaltgruben viel verbreiteter, aber nur Zersetzungsprodukt des Spieskobalts, wo nicht des Glanzkobalts. Sie bestehen aber nach Kersten oft aus mehr als der Hälfte arseniger Säure, die man mit Wasser ausziehen kann.

Nickelocker Wr. $\dot{N}i^3 \dddot{A}s + 8 \dot{H}$ (Annabergit) kommt als apfelgrüner Beschlag auf Weißnickelerz und Kupfernickel vor, namentlich wenn man sie an feuchte Orte stellt. Beim Schmelzen des Smalteglases erzeugen sich sogar krystallinische Nadeln von Nickelblüthe (Hausmann Hdb. Mineral. II. 1013), die isomorph mit Kobaltblüthe sein könnten, wie der blättrige apfelgrüne Cabrerit aus der Sierra Cabrera, worin $\dot{N}i$ durch 7 p. C. $\dot{M}g$ ersetzt ist, Jahrb. 1874. 683.

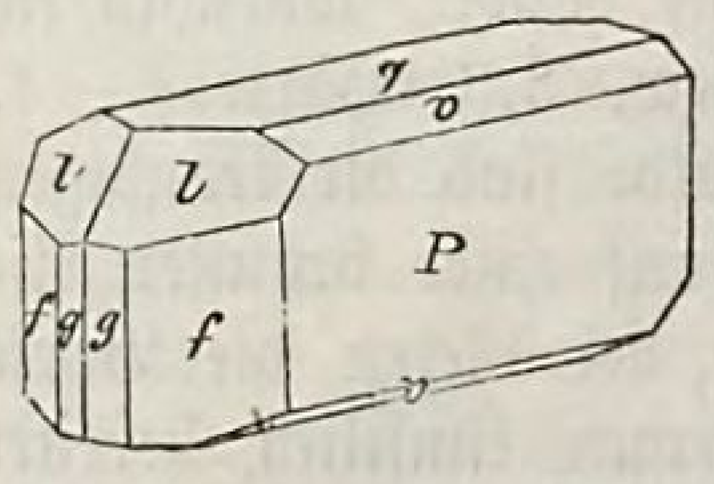
Köttigit $\dot{Z}n^3 \dddot{A}s + 8 \dot{H}$ von der Grube Daniel Spat bei Schneeberg bildet weiße bis pfirsichblüthrothe Nadeln; letztere Farbe kommt von einem kleinen Gehalt $\dot{C}o$, das $\dot{Z}n$ ersetzt. Bildet sich noch durch tröpfelnde Grubenwasser.

Rhagit $\ddot{B}i^5 \dddot{A}s^2 \dot{H}^8$ kommt in weinbeergrünen (ῥάξ) Kügelchen mit den Uranerzen in Neustädtel vor, Jahrb. 1874. 302.

8. **Pharmakolith** Karsten.

Φάρμακον Gift, wegen seines Gehaltes an Arseniksäure; Werner's Arsenikblüthe. Bergrath Selb erkannte sie zuerst auf der Grube Sophie zu Wittichen (Scheerer Journ. Chem. 1800, IV. pag. 537). Es kommen daselbst auf ein und derselben Stufe zweierlei vor: das eine ist schneeweiß, kugelig. Die kaum erbsengroßen Kugeln sind innen excentrisch faserig, und blühen oft in mehrere Linien langen höchst zarten Fasern aus. Das ist das bekannteste Vorkommen, aber secundären Ursprungs, da es sich nach Selb meist erst auf „dem alten Manne" in den Gruben erzeugt; das andere ist das primäre aber leichter übersehbare Erzeugniß, welches in kleinen Gypsartigen Strahlen zwischen den Haaren zerstreut liegt, und zu diesen wahrscheinlich erst Veranlassung gegeben hat. Diese Krystalle sind halb durchsichtig, Gypshart und milde, Gew. 2,7. Einen deutlich blättrigen Bruch nimmt man wohl daran wahr. Haidinger hatte sogar Gelegenheit, in der Sammlung des H. Ferguson zu Raith ½ Zoll lange und 1 Linie dicke Krystalle unbekannten Fundortes (Joachimsthal?) zu messen und zu zeichnen (Hemiprismatisches Gypshaloid

Pogg. Ann. 5. 181). Darnach sind es 2 + 1 gliedrige Säulen $f = a : b : \infty c$ 117° 24′, die sehr blättrige $P = b : \infty a : \infty c$ stumpft ihre scharfe Kante ab; $g = \frac{1}{3}a : b : \infty c$ schärft die stumpfe Säulenkante zu, und macht 157° 5′. Das vordere Augitpaar $l = c : \frac{1}{3}a : \frac{1}{4}b$ macht in der Mediankante 139° 17′. Die Schiefendfläche $q = a : c : \infty b$ dehnt sich sehr aus, und ist gegen Axe c 65° 4′ geneigt, in ihrer Diagonalzone liegt $v = a : \frac{1}{4}b : c$ mit 141° 8′ in der Mediankante. Wenn auch die Winkel etwas abweichen, so ist doch eine Gypsartige Entwickelung unverkennbar. Vergleiche Schrauf, Jahrb. 1873. 646.

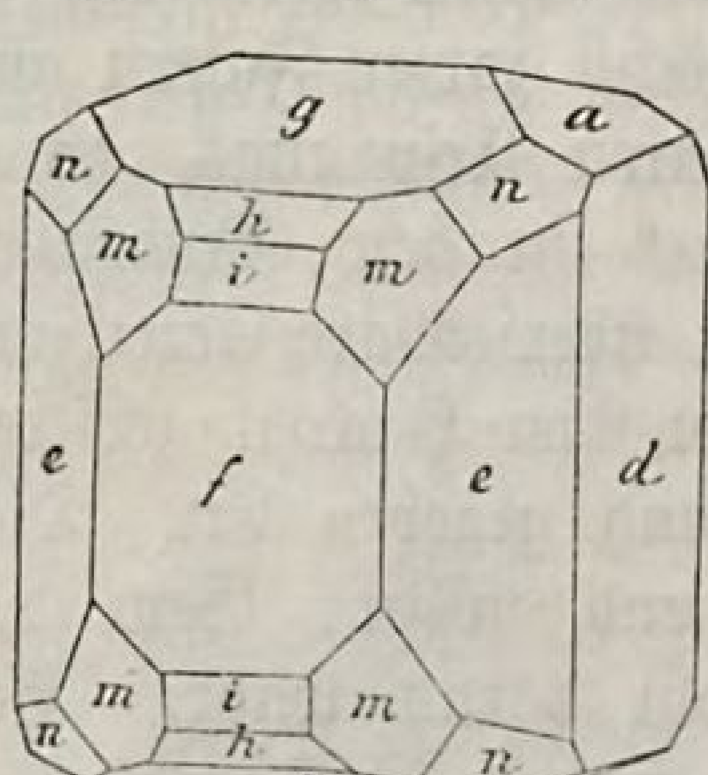


Vor dem Löthrohr schmilzt er nicht sonderlich schwer auf Kohle unter Arsenikgeruch, die zurückbleibende Glasperle leuchtet stark. In Säure leicht löslich. Nach Rammelsberg

$\dot{C}a^2\,\dddot{A}s + 6\,\dot{H}$ mit 50 Arsenikf., 25 Kalk, 24 Wasser.

Doch könnte bei der Gypsähnlichkeit die Frage entstehen, ob nicht 8 $\dot{H}$ vorhanden seien. Denn die schneeweißen Nadeln, wovon die Analysen meist ausgehen, haben ganz den Anschein, als hätten sie durch Verwitterung Wasser verloren, oder stimmten sie gar nicht im Wassergehalt mit den durchscheinenden Krystallen. Kommt mit Kobaltbeschlag besonders auf Kobaltgängen vor: Wittichen, Markirch, Richelsdorf, Joachimsthal, Andreasberg ꝛc. Der etwas Magnesiahaltige Pikropharmakolith von Richelsdorf erhielt die Formel $\dot{C}a^5\,\dddot{A}s^2\,\dot{H}^{12}$ (Jahrb. 1873. 787). Der eigenthümlich gekrümmte Rößlerit von Biber (Jahrb. 1861. 635) enthält nur Magnesia $\dot{M}g^2\,\dddot{A}s\,\dot{H}^{13}$, und soll zum Theil verwitterter **Wapplerit** sein. Dieses farblose Mineral bildet zu Joachimsthal, Wittichen ꝛc. glasglänzende Krusten, woraus der Pharmakolith hervorschießt, und ist wesentlich Magnesiahaltig, $(\dot{C}a, \dot{M}g)^2\,\dddot{A}s + \dot{H}^8$, Jahrbuch 1875. 316. Dazu kommt dann noch Turner's

Haidingerit (Diatomes Gypshaloid, Haidinger Pogg. Ann. 5. 182), der auch im Aeußern dem krystallinischen Pharmakolith sehr gleicht, aber weniger Wasser enthält $\dot{C}a^2\,\dddot{A}s + 3\,\dot{H}$ und zweigliedrig krystallisirt:



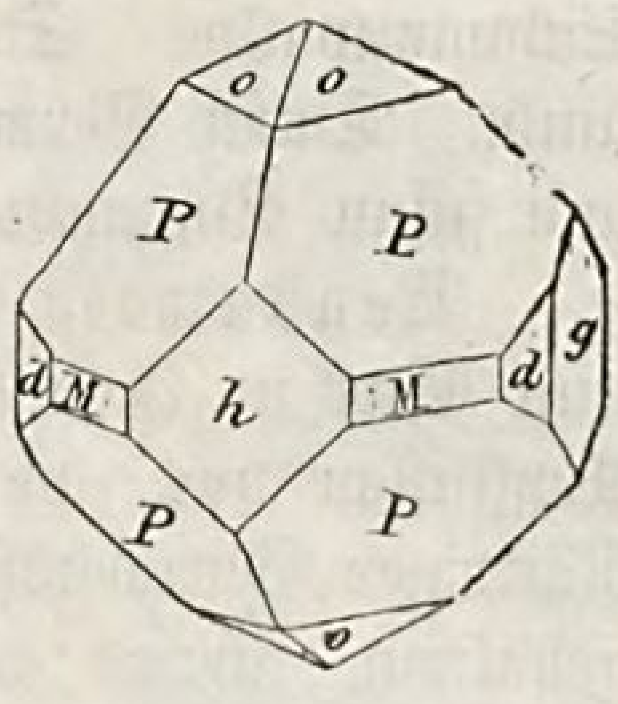
Säule $e = a : b : \infty c$ 100°, $d = b : \infty a : \infty c$ stumpft ihre scharfe Kante ab und war sehr blättrig, ein Paar $a = b : c : \infty a$ auf diese scharfe Säulenkante aufgesetzt macht in c den Winkel 126° 58′, $g = 2a : c : \infty b$, $h = a : 2c : \infty b$, $i = a : 4c : \infty b$, $f = a : \infty b : \infty c$, $m = \frac{1}{4}a : \frac{1}{2}b : c$ und $n = \frac{2}{3}a : \frac{1}{2}b : c$. Kam mit Pharmakolith auf obiger Ferguson'schen Stufe vor. Sandberger (Jahrb. 1875. 853) erwähnt auch einfache Krystalle 110, 011, 010 von Wittichen mit Wapplerit zusammen. Wäh-

rend die kalkigen in ihrer chemischen Constitution sich nicht recht an Kobaltblüthe und Vivianit anschließen wollen, machte uns Haidinger mit einem **Hörnesit** $\dot{M}g^3 \ddot{\ddot{A}}s \dot{H}^8$ (Sitzungsb. Wiener Akad. Wiss. 1860. 40. 18) bekannt, ganz von Form einfacher Gypskrystalle P f l, f/f 107°, l/l 143° 42′, nur der Rhombus auf dem blättrigen P beträgt 144°, ist also beträchtlich größer als beim Gyps (127.44). Talkhärte, Gewicht 2,47. Das Stück in der von der Null'schen Samml. stammt wahrscheinlich von Cziklowa im Banate, und wurde von Mohs für Talk gehalten. Auch der Symplesit mit Spatheisen und Nickelglanz von Kl. Friesa bei Lobenstein im Voigtlande blaß blau bis grün soll gypsartig blättrig sein, und wird von Kenngott $\dot{F}e^3 \ddot{\ddot{A}}s \dot{H}^8$ geschrieben, wodurch die Vivianit-Formel immer mehr Bedeutung bekommen würde.

9. Skorodit $\ddot{F}e \ddot{\ddot{A}}s \dot{H}^4$.

Σκορόδιον Knoblauch, auf den Arsenikgeruch vor dem Löthrohr anspielend. Breithaupt bestimmte ihn (Hoffmann Handb. Miner. 1814. Band IV. b. pag. 182) nach einem Vorkommen auf Stamm Asser am Graul bei Schwarzenberg im Schneeberger Revier. Doch hat ihn Graf Bournon schon viel früher als Cupreous Arseniate of Iron aus den Zinnsteingängen von St. Austle beschrieben (Philos. Transact. 1801. 192), wo er mit Arseniksaurem Kupfer vorkommt. Die schönen Krystalle von San-Antonio-Pereira in Brasilien nannte Beudant Néoctèse, sie liegen, wie zu Montabaur in Nassau, in Drusenlöchern von Brauneisen. Bei Beresowsk im Fahlerz. Auf den Goldfeldern von Victoria in Menge.

2gliedrig, Oktaeder P = a : b : c hat in Kante a : c 115°, in Kante b : c 103°, die zugehörige Säule M = a : b : ∞c 99° 30′ kommt nur untergeordnet vor, dagegen herrscht bei Brasilianischen die etwas blättrige d = a : ½b : ∞c, die ihren scharfen Winkel von 59° 50′ vorn hat. Diese scharfe Kante wird durch die ziemlich blättrige h = a : ∞b : ∞c gerade abgestumpft; g = b : ∞a : ∞c, selten o = c : 2a : 2b, und a = c : ½a : ∞b. Am Graul kommen öfter einfache Dodekaide Phg vor.

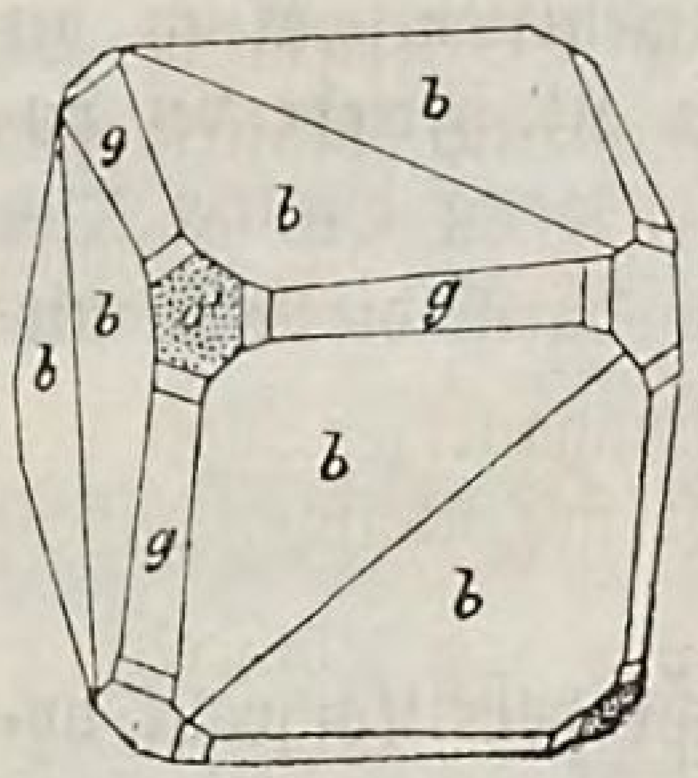


Zuweilen geht die Masse ins faserige und dichte, wird dann aber unrein. Härte 3—4, Gew. 3,2, Glasglanz mit der gras- bis lauchgrünen Farbe der Eisenoxydulsalze, durch Verwitterung aber leicht ockerig werdend. Vor dem Löthrohr leicht schmelzbar, auf der Kohle nach Koblauch riechend und sich zu einer magnetischen Kugel reducirend. Ohne alles Eisenoxydul, da die Lösung mit Kaliumgoldchlorid keinen Niederschlag gibt. Scheint hauptsächlich durch Zersetzung des Arsenikkieses zu entstehen, und bildet sich auf alten Halden noch fortwährend. Hermann's Arseniksinter (Erdmann's Journ. pr. Chem. 33. 95), der zu Nertschinsk Berylle, Topase und Bergkrystalle überzieht, scheint nicht wesentlich verschieden zu

sein. Arseneisensinter auf den Freiberger Gruben ist weich und butterartig und enthält Arsen- und Schwefelsäure (Jahrb. 1873. 787).

Würfelerz $(\dot{F}e\,\dddot{\bar{F}}e)\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{A}}s + 6\,\dot{\bar{H}}$, wurde auf den Kupfererzgängen von Cornwallis entdeckt, von Graf Bournon als Arseniate of Iron beschrieben (Philos. Transact. 1801. 188), und nach seinen schönen Würfeln von Werner benannt, Hausmann's Pharmakosiderit.

Regulär mit vorherrschenden wenig blättrigen Würfeln, das Granatoeder g stumpft die Kanten schwach ab, die Oktaederflächen treten aber nur zur Hälfte auf, wie beim Boracit die abwechselnden Ecken abstumpfend, nach Lévy soll es daher auch Pyroelectrisch sein. Das Gegentetraeder kommt auch vor, aber physikalisch verschieden. Phillips zeichnet ein Pyramidentetraeder b, welches in seinen Tetraederkanten 176° 30′, in seinen Pyramidenkanten 93° 40′ hat, also sich dem Würfel sehr nähert: es ist ein Würfel mit hälftigen Diagonalen, der aber gerade für das Durchgreifen der tetraedrischen Hemiedrie spricht.



Härte 2—3, Gew. 3, lauchgrün, auf Brauneisenstein von Göritz sogar honiggelb. Die kleinen Würfel haben ein Flußspathartiges Ansehen. Schmilzt leichter als Skorodit und zu einer stärker magnetischen Schlacke, Kali zieht etwas Arseniksäure heraus unter Ausscheidung von schwarzem Eisenoxydoxydul. Sie entstanden auch durch Verwitterung des Arsenikkieses, am schönsten und in Menge auf den Kupfergruben von Huel Gorland und Huel Unity in Cornwall, auch am Graul mit Skorodit, selten auf den Halden von Neu-Bulach und Freudenstadt auf dem Schwarzwalde. St. Leonard Dep. Ht. Vienne, Nordamerika, Neuholland. Durch Verwitterung gehen sie leicht in braunen Eisenocker über, wie schon Bournon weiß. Lévy's

Beudantit von Horrhausen bei Altenkirchen, Montabaur in Nassau und Cork in Irland, 4 Gew., kam neuerlich in schönen olivengrünen Krystallen vor, die würfelähnliche Rhomboeder von 91° 18′ bilden, mit blättriger Geradendfläche (Pogg. Ann. 100. 579). Wurde lange für Würfelerz gehalten, scheint aber mehr phosphorsauer und stark mit Blei versetzt. Gleich krystallisirt ist der rosenrothe Svanbergit von Horrsjöberg in Wermeland mit 17,8 Phosphors., 17,3 Schwefelsäure, 37,8 Thonerde, 12,8 Natron, 6 Kalk, 6,8 Wasser.

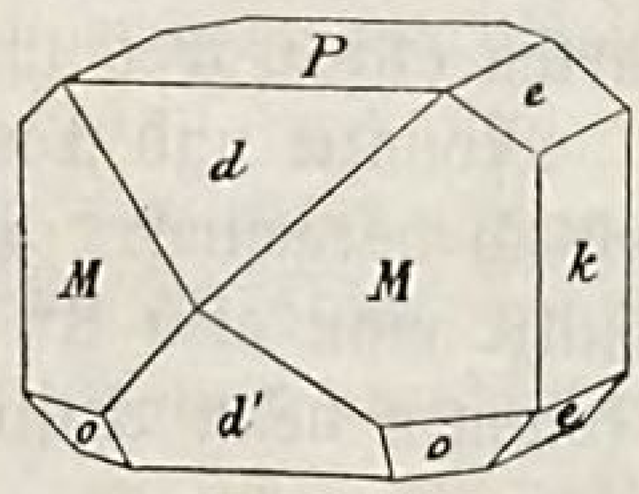
Durangit (Jahrb. 1870. 104) aus den Zinnseifen von Mexico mit saffrangelbem Strich und Apatithärte, Gew. 4; bildet kleine monokline Krystalle mit einer blättrigen Säule von 110° 10′, und einem Augitpaar mit der Mediankante von 112° 10′, welche kleine schiefe Oktaeder von rhombischem Ansehen machen. Die Ebene der optischen Axen liegt in einer Schiefendfläche, Descl. Ann. Chim. Phys. 1875 IV. Statt des Eisenoxyds kommt im Wesentlichen 20,7 Thonerde und 5,7 Fl von der Formel $\dddot{\bar{A}}l\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{A}}s + Na\,\bar{F}l$.

Eisensinter Wr., Arseneisensinter, Pittizit Hausm., Eisenpecherz Karsten. Schon Freiesleben, Ferber und Andere beobachteten auf Grubenbauen eine braune syrupartige Flüssigkeit, die durch Zersetzung von Eisenerzen entsteht, und allmählig zu einer braunen, halbdurchsichtigen Masse erstarrt mit vollkommen opalartigem Bruch. Von einer bestimmten Zusammensetzung kann man bei so zufällig zusammenfließenden Sachen wohl kaum noch reden. In den Freiberger Gruben enthält er 26 Arseniksäure, 10 $\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$, 33 $\ddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$, 29 $\dot{\mathrm{H}}$. Am Graul bei Schwarzenberg sieht er ganz Kolophoniumartig aus. Erinnert an Diadochit und Pissophan der Braunkohlengebirge.

Arseniosiderit 2 $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}^3 \dddot{\mathrm{A}}\mathrm{s} + 3\,\ddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}^2 \dddot{\mathrm{A}}\mathrm{s} + 12\,\dot{\mathrm{H}} + \ddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}\,\dot{\mathrm{H}}$ oder nach neuern $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}^3 \dddot{\mathrm{A}}\mathrm{s} + \ddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}\,\dddot{\mathrm{A}}\mathrm{s} + 2\,\ddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}\,\dot{\mathrm{H}}^3$ auf Manganerzen von Romanêche bei Mâcon, ockerfarbig, wie dichter Asbest sich schuppig faserig theilend, weich, Gew. 3,8.

Cer und **Yttererde** kommen wenn auch als Seltenheiten an Phosphorsäure gebunden vor. Meßbare Krystalle lieferte

Monazit (μονάς Einzelwesen) Breithaupt (Schweigger's Journ. 55. 301), Mengit Brooke (Pogg. Ann. 23. 362) aus dem Granit des Ilmengebirges. Die Flächen lassen sich wegen ihrer Mattigkeit nur annäherungsweise messen, sind aber 2+1gliedrig. M = a : b : ∞c 95° 30', die blättrige P = c : ∞a : ∞b macht 100° mit M; k = b : ∞a : ∞c stumpft die scharfe Kante gerade ab; die vordere Schiefendfläche d = a : c : ∞b macht mit P 140° 30', die hintere d' = a' : c : ∞b mit P 129°; e = b : c : ∞a, o = a' : b : c tritt nur hinten auf,



i = a : ½b : ∞c. Kokscharow (Mater. IV. 8) erwähnt an den glänzenden Krystallen aus den Goldsaifen an der Sanarka nebst vielen Flächen auch Zwillinge. Meist röthlichbraune bis hyacinthrothe Tafeln, etwas Fettglanz, H = 5, Gew. 5,1. Unschmelzbar, nach Kersten $\dot{\mathrm{R}}^3\,\dddot{\mathrm{P}}$, 28,5 $\dddot{\mathrm{P}}$, 26 Ceroxyd, 23,4 Lanthanoxyd, Didym, 17,9 Thorerde, 2,1 Zinnoxyd ꝛc. Den Gehalt der so seltenen Thorerde hat Wöhler bestätigt, Hermann (Journ. prakt. Chem. 33. 90) nicht. Nach G. Rose (Pogg. 49. 223) ist Shepard's Edwarsit aus dem Gneis von Norwich in Connecticut das Gleiche. Ebenso der Eremit. Hermann's Monazitoid von 5,28 Gew. scheint wenig verschieden, die schwankende Zusammensetzung rührt davon her, daß alle „in schwarzen Columbit und Samarskit eingewachsen sind". Lévy erwähnte schon 1823 (Ann. of phil. V. 241) aus den Dauphinéer Alpen einen Turnerit, den G. vom Rath (Pogg. Ann. 119. 247) am Oberrhein im Tavetsch wieder fand. Sie gleichen im Glanz kleinen Titaniten, aber mit Winkeln des Monazit. Axen a : b : c = 0,46912 : 0,52162 : 1, Axenwinkel a/c = 90° 42' vorn. Flächen 110, 120, 210, 010, 101, 4'01, 601, 353, 252, 151, 1.10.1, 4'51, 4'.10.1, 2'53, 3'52, 651. Auf der Alp Lercheltini im Binnenthal kommen auch Zwillinge

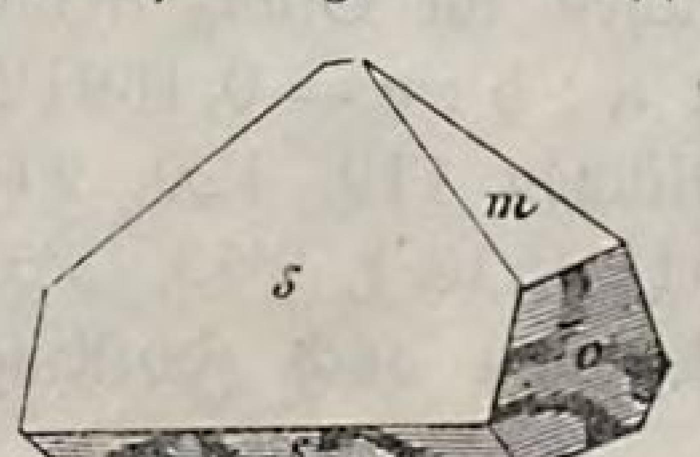
vor, welche a : ∞b : ∞c gemein haben und sich kreuzen (Jahrb. 1876. 393 und 593).

Kryptolith (κρυπτός verborgen) fand Wöhler 1846 in feinen grünen und röthlichen Nadeln im Apatit der Magneteisengruben von Arendal. Die Nadeln traten erst zum Vorschein, wenn man Stücke von Apatit in verdünnter Salpetersäure löste, 27,4 $\ddot{\text{P}}$ und 73,7 Ceroxydul, also Phosphocerit $\dot{\text{C}}\text{e}^3\ \ddot{\text{P}}$.

Phosphorsaure Yttererde (Xenotim) wurde 1824 von Berzelius untersucht (Pogg. Ann. 3. 203 und 60. 591) und findet sich mit Orthit in einem Gange grobkörnigen Granits von Hitteröe (Jahrb. 1855. 513). Man kennt nur viergliedrige Oktaeder mit 82° in den Seitenkanten, etwa Linienlang. Deutlich blättrig nach der ersten Quadratischen Säule a : a : ∞c. Chocoladenbraun, dünne Splitter bräunlichroth, durchscheinend, Fettglanz, reichlich Flußspathhärte, Gew. 4,5. Unschmelzbar. 62,6 $\dot{\text{Y}}$, 33,5 $\ddot{\text{P}}$, also $\dot{\text{Y}}^3\ \ddot{\text{P}}$. Die kleinen Körner von Castelnaudit aus dem Diamantsande von Bahia scheinen nach Rammelsberg dasselbe Mineral zu sein. Wiserin nannte Kenngott (Minerale der Schweiz 1866. 196) gelbe Zirkonähnliche Krystalle vom Berge Fibia südwestlich vom Hospiz des St. Gotthard. Axe a : c = 1,589 : 1. Ausgezeichnete Combination 111, 110, 313 Hessenberg (Senck. Nat. Ges. 1875 X. 8). Nach Wartha (Pogg. Ann. 128. 168) Xenotim.

Monazit und Xenotim wurden von Radominski (Compt. rend. 80. 304) künstlich dargestellt: Phosphate lösen sich in den geschmolzenen Chlorüren, schmilzt man also $\dot{\text{R}}^3\ \ddot{\text{P}}$ mit dem entsprechenden R Cl, und läßt erkalten, so kommen beim Auflösen in kochendem Wasser Krystallnadeln zum Vorschein.

Struvit Ulex. Nach dem großen Brande in Hamburg fanden sich 1845 beim Grundbau der dortigen Nicolaikirche in einer aus Viehmist gebildeten 10′—12′ mächtigen Moorerde, die bei 26′ Tiefe auf Sand ruht, schöne gelbe bis farblose oft sehr durchsichtige Krystalle, die bis 1 Zoll Größe erreichten. Die Analyse gab die bekannte Phosphorsaure Ammoniak-Talkerde ($\text{N}\ \dot{\text{H}}^4 + \dot{\text{M}}\text{g}^2$) $\ddot{\text{P}} + 12\ \dot{\text{H}}$, Magnesiumammoniumphosphat Am Mg PO^4 + 6 aq., welche die Chemiker zwar als feines Pulver, das nur in 1000 Theilen Wasser löslich, schon längst dargestellt hatten, man kannte die Verbindung auch aus Kloaken ꝛc.: aber solche prachtvollen Krystalle kamen unerwartet. Der Mist konnte wohl höchstens 1000 Jahre alt sein, in dieser Zeit mußten sie sich gebildet haben. Es entspann sich darüber ein Streit, ob es ein Mineral sei (C. Marx, zur Charakteristik des Struvits) oder nicht. Wir nehmen dasselbe als eine Bereicherung der Krystalle mit Freuden auf.



Zweigliedrig mit einer an die des Kieselzinkerzes erinnernden Hemiedrie. Das Oberende wird durch ein glattflächiges meßbares Oblongoktaeder gebildet, worin s = a : c : ∞b in Axe c 63° 30′ und m = b : c : ∞a daselbst

95° machen, daraus folgt a : b = 0,6188 : 1,0913. Ein kleiner Gehalt an $\dot{F}e$ und $\dot{M}n$ vergrößert den Winkel.

Den Flächen s fehlen unten zwar die Parallelen s' nicht, allein sie sind gewölbt und unmeßbar, oft meint man sogar, daß sie einem stumpfern Paare a : ½c oder a : ⅓c angehören. Ihre Kante ist immer stark durch die ebenfalls unebene Fläche r = c' : ∞a : ∞b abgestumpft, die oben gewöhnlich fehlt, und wenn sie vorkommt, glatter ist als unten. Endlich noch eine bauchige etwas blättrige Fläche o = b : ∞a : ∞c, die einzig unter allen immer links und rechts gleich auftritt, und senkrecht gegen sie steht die optische Mittellinie; daher hat Marx b als aufrechte Hauptaxe genommen. Allein beim starken Erhitzen im Licht werden die Krystalle pyroelektrisch, wobei die elektrische Axe mit Axe c zusammenfällt und die drusige Fläche r unten sich analog zeigt. Die Krystalle sind also oben anders als unten, dagegen vorn wie hinten und links wie rechts ausgebildet. Auch Zwillinge werden angeführt, sie haben r = c' : ∞a : ∞b gemein und liegen umgekehrt. In der Skiptonhöhle bei Ballarat haben die Fledermäuse den Boden mit 20 Fuß Guano bedeckt, worin flächenreiche Krystalle von Struvit liegen, welche diese Hemiedrie nicht zeigen (Ulrich, Contr. Miner. of Victoria 1870. 18).

Leider verwittern diese schönen gelben Krystalle, sie überziehen sich mit einer weißen Hülle, die zuletzt die ganze Masse durchdringt. Härte = 2, Gewicht 1,7.

Vor dem Löthrohr schmilzt es unter stark ammoniakalischem Geruch. In Ammoniakhaltigem Wasser vollkommen unlöslich. Bräunlich olivengrün kamen sie später in der Schauenburger Straße in einer verschütteten Schlächter-Schrange (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1854. VI. 641) vor, auf Leder aufgewachsen in altrömischen Niederlassungen bei Mainz, in den Kloaken von Dresden, Kopenhagen ꝛc., besonders im Guano der Insel Ichaboe an der Westafricanischen Küste (Guanit), zusammen mit Stercorit von der Zusammensetzung des Phosphorsalzes pag. 189. Da phosphorsaure Magnesia sich im Samen der Getreidearten findet, so ist ihre Bildung um so leichter erklärt, als Ammoniak, Phosphorsäure und Talkerde bekanntlich eine große chemische Verwandtschaft zu einander haben.

Kupfersalze.

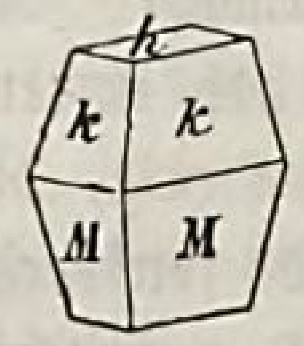
Kupfer läßt sich meist leicht durch Behandlung auf Kohle reduciren, gewöhnlich leitet schon die Flamme und die grüne Farbe der Minerale zum Erkennen. $\dot{C}$, $\dddot{P}$, $\dddot{A}s$ sind die wichtigsten Säuren, davon gibt sich die Kohlensäure durch Brausen kund.

1. Kupferlasur.

Die blaue Farbe konnte den Alten nicht entgehen, Theophrast § 97 und Plinius 37. 38 begreifen sie unter *Κυανός*. Coeruleum montanum

bei Cronstedt. Wallerius nannte es schon Lazur. Azurit, Cuivre carbonaté bleu, Blue carbonate of Copper, Chessylit. Schrauf Sitzb. Wien. Akad. 1871 Bd. 64. 1 pag. 123.

2 + 1 gliedriges Krystallsystem. Am schönsten die Krystalle von Chessy, welche Zippe (Pogg. Ann. 22. 393) untersuchte: eine geschobene



Säule M = a : b : ∞c bildet in der vordern Kante 99° 32′; Endfläche h = c : ∞a : ∞b neigt sich 87° 39′ gegen Axe c, also schließen die Axen ac vorn einen Winkel von 92° 21′ = h/s ein. Da eine große Zahl von Flächen in ihrer Diagonalzone a zu liegen pflegen, so ist sie nach dieser gestreift, und gewöhnlich am stärksten durch Malachit grün gefärbt. Die vordere stumpfe Kante M/h dieses Hendyoeders ist häufig durch ein augitartiges Paar k = a : b : c abgestumpft, 106° 14′ in der Mediankante k/k bildend. Doch ist es für die Rechnung bequemer, von dem blättrigen Bruche P = b : c : ∞a mit 59° 14′ in der Mediankante auszugehen, denn wir haben dann

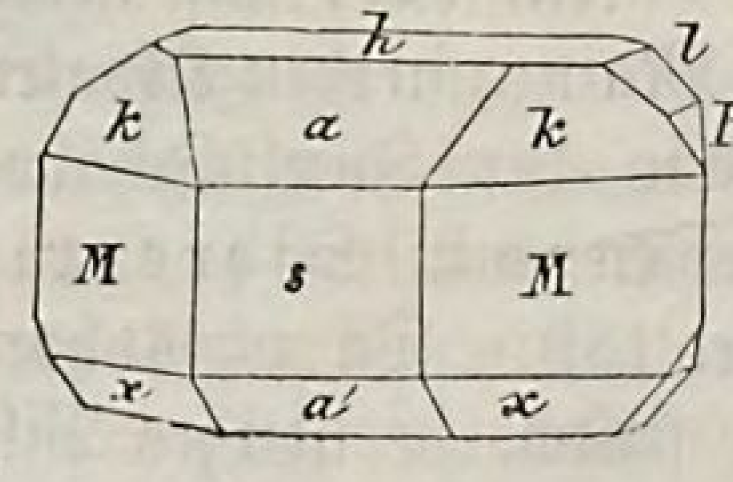
$$\text{tg } 49^0\, 46' = \frac{b}{a},\ \text{tg } 2^0\, 21' = \frac{k}{a} \text{ und tg } 29^0\, 37' = \frac{b}{a}\sqrt{k^2 + a^2},$$

$$\text{woraus } a^2 = \frac{\text{tg}^2\, 29^0\, 37'}{\text{tg}^2\, 49^0\, 46'\ (1 + \text{tg}^2\, 2^0\, 21')} \text{ folgt, folglich}$$

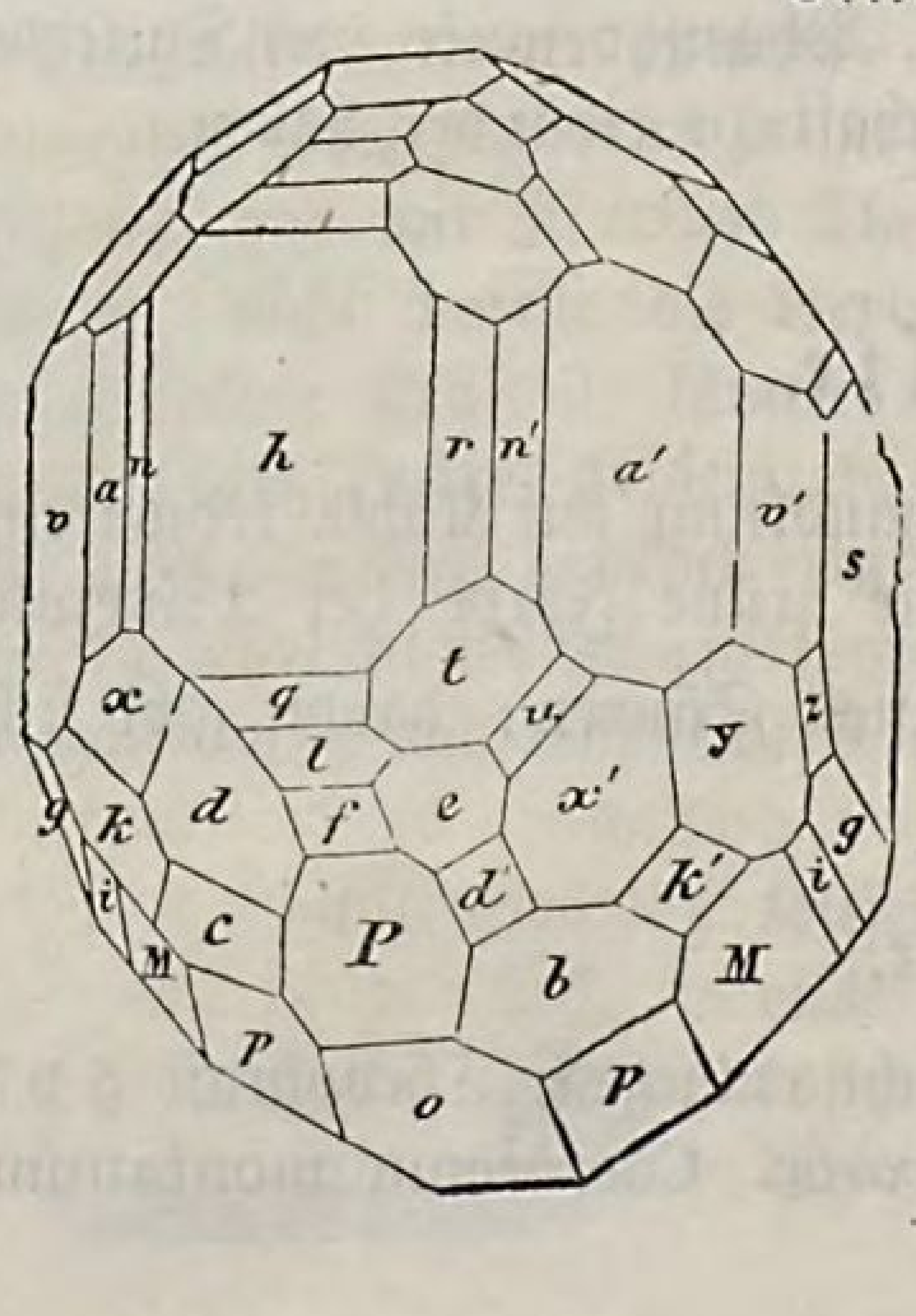
$$a : b : k = \sqrt{0{,}2309} : \sqrt{0{,}3226} : \sqrt{0{,}00039}$$

$$\text{lga} = 9{,}68174,\ \text{lgb} = 9{,}75434,\ \text{lgk} = 8{,}29493.$$

Der einfache Körper Mhk kommt ausgezeichnet vor, man muß sich aber hüten, k nicht für Säule zu nehmen. Aber in der Säule fehlt selten s = a : ∞b : ∞c, während die glänzende Schiefendfläche a = a :



½c : ∞b in der Mediankante k/k nach oben divergirende Kanten macht. Auf der Hinterseite ist a′ = a′ : ½c : ∞b trefflich erkennbar durch ihre Mattigkeit, und auch x = a′ : b : ½c aus ihrer Diagonalzone noch bauchig. Besonders leitend für das Erkennen sind die Flächen aus der Diagonalzone



von h. Da die Abstumpfung der scharfen Säulenkante o = b : ∞a : ∞c selten vorkommt, so bildet die blättrige P = b : c : ∞a gewöhnlich ein kleines Dreieck zwischen M und k, darüber l = b : ⅓c : ∞a 119° 18′.

Zippe hat an beistehendem von der Seite gezeichnetem Krystall sämmtliche bekannte Flächen vereinigt: in der Säulenzone M/s liegen o = b : ∞a : ∞c, p = 2a : b : ∞c, i = ⅔a : b : ∞c, g = ½a : b : ∞c; in der Zone der Schiefendfläche sh: v = a : c : ∞b vorn und v′ hinten; a = a : ½c : ∞b, und a′ hinten; n = a : ¼c : ∞b

vorn, und n' hinten; r = a' : $\frac{1}{20}$c : ∞b. G. Rose (Reise Ural I. 541) gibt in der prachtvollen Kupferlasur vom Altai noch a' : $\frac{1}{10}$c : ∞b, a' : $\frac{3}{4}$c : ∞b und a' : $\frac{3}{2}$c : ∞b an. In der Diagonalzone oh liegen außer dem Blätterbruch P noch f = b : $\frac{1}{2}$c : ∞a, l = b : $\frac{1}{3}$c : ∞a und q = b : $\frac{1}{5}$c : ∞a. Augitpaare in der Kantenzone M/h sind vorn k = a : b : c und x = a : b : $\frac{1}{2}$c; hinten außer k' und x' noch u = a' : b : $\frac{1}{3}$c und t = a' : b : $\frac{1}{5}$c. Zwischen ph vorn: c = 2a : b : c und d = 2a : b : $\frac{2}{3}$c; hinten dagegen d' = 2a' : b : $\frac{2}{3}$c, b = 2a' : b : 2c und e = 2a' : b : $\frac{2}{5}$c. Endlich hinten noch die Paare y = a' : c : 2b und z = $\frac{1}{4}$a' : b : $\frac{1}{2}$c; bei Schlangenberg fand Rose λ = a' : $\frac{1}{9}$b : $\frac{1}{3}$c. Die optischen Axen liegen nach Descloizeaux in der Medianebene, Mittellinie vorn etwa 12° gegen Axe c geneigt.

Lasurblaue Farbe (mit einem Stich ins Roth), Strich smalteblau, H. = 4, Gew. 3,6. Undurchsichtig und dann zuweilen ins schwärzlich blau gehend, manche werden an den Kanten durchscheinend, und dann wird Farbe und Glanz höher.

Vor dem Löthrohr reducirt sie sich leicht zu einem Kupferregulus, in Salzsäure braust sie, indem Kohlensäure entweicht.

$$\dot{C}u^3 \ddot{C}^2 \dot{H} = 2 \dot{C}u \ddot{C} + \dot{C}u \dot{H}.$$

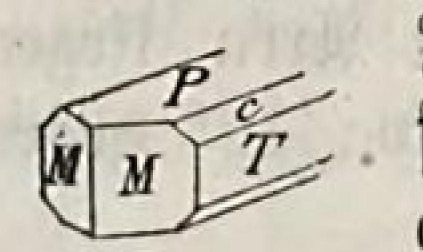
Klaproth (Beiträge 4. 31) fand 56 Cu, 14 Sauerstoff, 24 $\ddot{C}$, 6 $\dot{H}$. Entspricht dem Bleiweiß 2 $(CO^3 Pb) + Pb (OH)^2$.

Kommt nicht sonderlich häufig vor. Romé Delisle (Essai 1772. 365) kannte nur die Krystalle von Bulach und Saalfeld. Die schönste wurde 1812 zu Chessy bei Lyon im rothen Sandsteine bekannt, nur die vom Altai kann mit ihr wetteifern, einzelne Krystalle erreichen 1 Zoll Größe. Dieselben sind öfter in Malachit verwandelt. Am reinsten sind daselbst die kugeligen Congregationen von Wallnußgröße, aus einem Haufwerk von Krystallen mit den vorherrschenden Flächen Mh, an ihnen kann man den Blätterbruch P durch Wegsprengen der scharfen Ecken leicht darstellen. Miedczana Gora in Polen, Cornwall, Banat, Tyrol, Zinnwald. Vordem war Bulach auf dem Württembergischen Schwarzwalde berühmt, wo sie schon seit 1326 (Select. phys. oecon. 1752. I. 519) auf den Schichtflächen des obersten Buntensandstein in strahlig blättrigen zum kugeligen geneigten Massen bekannt sind. An den seltenen Krystallen treten die Säulenflächen zurück, und durch Vorherrschen mehrerer Schiefendflächen (h, a) werden sie länglich tafelartig.

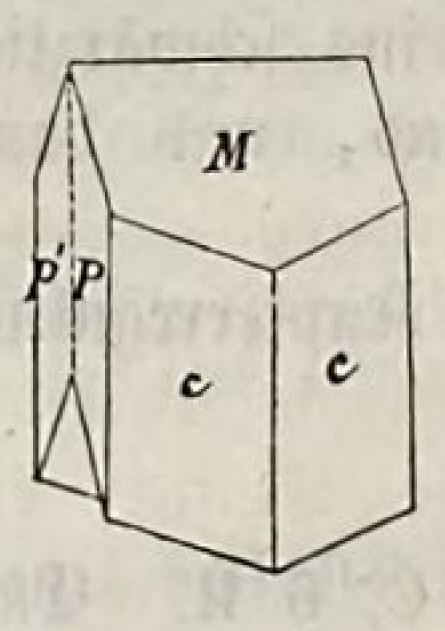
Erdige Kupferlasur (Bergblau) mit ihrer viel lichtern Farbe darf man nicht mit Vivianit pag. 577 verwechseln. Früher war die Bereitung des Bergblau's aus Krystallen wichtig, weil man keine andere feine blaue Farbe hatte. Plinius 33. 57 nennt sie schon Caeruleum. Man war an das Vorkommen in der Natur gebunden, da die künstliche Bereitung noch heute Schwierigkeiten hat. Durch Ueberheizung des Marmors mit Kupfervitriol bildet sich grüner Malachit, der nach einiger Zeit in eine blaue Masse umsteht, Wibel Jahrb. 1873. 247.

2. Malachit.

Molochites Plinius 37. 36. Soll nach seiner grünen Farbe (μαλάχη Malve) benannt sein. Agricola erwähnt ihn beim Jaspis. Χρυσοκόλλα Theophrast 70, Goldloth, weil er ein sehr reines Kupfer zum Löthen des Goldes gab. Die alten Bergleute hießen es Berggrün. Cuivre carbonaté vert. Schreckenstein Selecta Physico-oeconomica 1750 III. 130, „weil sie kleinen Kindern wider den Schrecken angehängt werden".



Krystalle sehr selten, doch soll man an den feinen Nadeln zuweilen Flächen beobachten. Phillips beschreibt sie zweigliedrig: eine sehr blättrige Säule M = a : b : ∞c bildet 123° 35′, dagegen steht der zweite Blätterbruch P = c : ∞a : ∞b rechtwinklig. Auch T = b : ∞a : ∞c soll etwas blättrig sein, und das auf die scharfe Säulenkante aufgesetzte Paar c = b : c : ∞a 107° 16′ in der Axe b haben. Nach Hessenberg (Abh. Senck. Ges. 1864. V. 246) betrug jedoch an den schönen Krystallen von Rheinbreitenbach dieser Winkel c/c = 104° 20′. Nun kommen aber bei Terruel in Aragonien Zwillinge mit einspringenden Winkeln vor, die T gemein haben und umgekehrt liegen. Darnach ist das System 2 + 1gl., c/c die Säule von 104° 20′, M Schiefendfläche, und die Gegenfläche M durch den Zwilling zu erklären. Lang (Philos. Mag. 4 ser. 25. 21 und 28. 55) und Zepharovich (Sitzb. Wien. Akad. Bd. 51) haben das an den Krystallen von Rezbanya, Kärnthen, Nischneitagilsk, Australien ꝛc. bestätigt. Wenn die Zwillinge durchwachsen, haben sie scheinbar eine Geradendfläche gemein. Dispersion inclinée. Gewöhnlich bekommt man im günstigsten Falle nur grobe excentrische Strahlen zu Gesicht mit dem prachtvollsten Seidenglanz, wie z. B. auf den Kupferkiesgängen vom Herrenseegen in der wilden Schappach oder von Nanzenbach bei Dillenburg. Hebt man solche smaragdgrünen Strahlenbüschel ab, so zeigen sie auf dem Querbruch einen schwarzen Schimmer, in welchem das Grün fast ganz verschwindet. Das ist ein sehr auffallender unerwarteter Dichroismus! Querbruch deutlich blättrig, aber concav nach der Seite der convergirenden Strahlen, was auf Glaskopfstructur hinweist, welche bei derben Massen so gewöhnlich gefunden wird.



Im Dichroskop zeigen feine Strahlen im extraordinären Bilde einen äußern gelben und innern blauen Rand, die grüne Farbe wird also in ihre Elemente zerlegt, der blättrige Querbruch ist dagegen im ordentlichen Bilde schwarz, im außerordentlichen indigblau.

H. = 3—4, Gew. 4. Smaragd- bis Spangrün. Die Glasköpfe concentrisch schaalig, fein fasrig und in den grünen Farben vom licht Spangrün bis zum Lauchgrün wechselnd.

Vor dem Löthrohr reduciren sie sich wie Kupferlasur, in Säure brausen sie stärker.

$$\dot{C}u^2 \ddot{C} \ddot{H} = \dot{C}u \ddot{C} + \dot{C}u \dot{H}.$$

Klaproth (Beiträge II. 287) fand im Sibirischen 58 Cu, 12,5 Sauerstoff, 18 Kohlensäure, 11,5 Wasser.

Malachit ist bei weitem das gewöhnlichste unter den salinischen Kupfererzen. Als erdiger Beschlag (Kupfergrün) kommt er gar häufig im Flözgebirge vor: die Keupermergel, der Muschelkalk, Buntesandstein zeigen ihn. Im Gouv. Perm ist die Zechsteinformation stellenweis grün davon gefärbt. In Bergwerken, auf alten Waffen (aerugo nobilis) erzeugt er sich unter unsern Augen. Auf Erzgängen kommt er besonders in den obern Teufen vor, wo er durch Zersetzung der geschwefelten Kupfererze (Kupferkies, Buntkupfer- und Fahlerz) entstanden ist: an verwitterten Kupferkiesstufen (Herrenseegen, Nanzenbach) kann man den Zersetzungsprozeß mit großer Bestimmtheit verfolgen: der Kupferkies wird zu Ziegelerz, zwischen welchem die smaragdgrünen Büschel liegen. Ein sehr schönes Vorkommen findet sich im Kalkstein von Ringenwechsel bei Schwaz in Tyrol, dasselbe zeigt keine Spur von Faser und hat einen jaspisartigen Bruch wie Kieselkupfer pag. 451, löst sich aber in Säuren vollkommen. Unübertroffen sind dagegen die glaskopfartigen Malachitmassen vom Ural, die auf geschliffenen Flächen im reflectirten Licht eine eigenthümliche Farbenwandlung zeigen. Sie kommen dort klumpenweis in Klüften des krystallinischen Uebergangskalkes auf der Grenze von Grünstein vor, und scheinen aus gediegenem Kupfer, das sich mit Rothkupfererz überzog, entstanden. Die Sammlung des Bergcorps in Petersburg bewahrt aus der Gumeschewskischen Grube ein Stück von 3½' Länge und Breite, 90 Pud schwer, vom schönsten Smaragdgrün, dessen Werth auf 525,000 Rubel geschätzt wird. Auf den Demidov'schen Gruben von Nischne-Tagilsk hat man sogar einen reinen Block von 16' Länge, 7½' Breite, 8½' Höhe bloßgelegt. Wegen des prachtvollen Grün und der Politurfähigkeit ist das Mineral außerordentlich geschätzt zu Fournierarbeiten, indem man Vasen, Toiletten, Tischplatten, Zimmer ꝛc. damit täfelt, selbst die Säulen der Isaakskirche zu Petersburg prangen in diesen Farben. In den letzten 50 Jahren wurden über 4 Millionen Pud (à 16 Kilogr.) gewonnen, doch nimmt heute die Ausbeute sehr ab. Die Malachitsäulen des Dianentempels von Ephesus wurden nach der Sophienkirche in Constantinopel geführt. Aus der Peak Downs Copper Mine von Queensland waren dicke Mannshohe Stufen auf der Wiener Ausstellung. Gestoßen dient es auch als grüne Farbe (Berggrün), die haltbarer ist als Bergblau, denn der blaue Himmel auf alten Gemälden soll grün werden, indem sich die Kupferlasur in Malachit verwandelt. Darauf beruht auch die Bildung von

Afterkrystallen. Die Kupferlasurkrystalle von Chessy bestehen häufig im Innern aus strahligem Malachit, nicht selten hat der Angriff stellenweis stattgefunden, als hätte sich nicht alle Substanz zur Veränderung gleich geeignet. Zu Bogoslowk haben sich große Krystalle von Atakamit in Malachit verwandelt (Jahrb. 1873. 393). Es besteht aber

Kupferlasur aus $\dot{C}u^3 \ddot{C}^2 \dot{H} = 6 \dot{C}u + 4 \ddot{C} + 2 \dot{H}$;
Malachit aus $\dot{C}u^2 \ddot{C} \dot{H} = 6 \dot{C}u + 3 \ddot{C} + 3 \dot{H}$:
es darf daher die Kupferlasur gegen $\ddot{C}$ nur $\dot{H}$ austauschen, so muß sie in Malachit übergehen. Vergleiche auch die Umwandlung des Rothkupfererzes $\dot{C}u$ in Malachit. Becquerel machte künstlichen Malachit (Pogg. Ann. 37. 239). Kupfervitriol mit Soda gefällt gibt Bremer Blau $\dot{C}u^3 \ddot{C} \dot{H}^2$, das sich durch Glühen in Braunschweiger Grün verwandelt.

Malachit und Kupferlasur gehören zu den geschätztesten Kupfererzen, namentlich weil sie von Schwefel und Eisen frei sind, welche den Schmelz- und Reinigungsprozeß sehr erschweren. Zu Chessy wurde früher Kupferlasur zu gute gemacht.

Aurichalcit nannte Böttcher (Pogg. Ann. 78. 495) die spangrünen nadelförmigen Krystalle von Lotewsk am Altai, sie geben auf Kohle einen Zinkbeschlag, $2 (\dot{Z}n, \dot{C}u) \ddot{C} + 3 (\dot{Z}n, \dot{C}u) \dot{H}$ mit 45,6 $\dot{Z}n$, 28,3 $\dot{C}u$, 16 $\ddot{C}$, 9,9 $\dot{H}$. Buratit hat sogar Zink und Kalk. Mysorin (Phil. Trans. 1814. 45) von Mysore in Ostindien soll $\dot{C}u^2 \ddot{C}$ mit 60 $\dot{C}u$, 19 $\dot{F}e$, 16,7 $\ddot{C}$ sein.

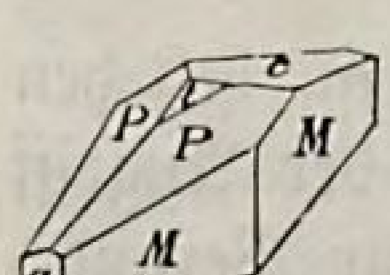
Phosphor- und arseniksaure Kupfererze

gibt es eine ganze Reihe, die man unter einander zuweilen schwer vom Malachit, womit sie wegen ihrer grünen Farbe allein verwechselt werden können, aber schon dadurch unterscheiden kann, daß sie sich in Säuren zwar lösen, aber nicht brausen. Die Phosphorsäure lehrte Berzelius durch Zusammenschmelzen mit Blei erkennen, es bildet sich dann phosphorsaures Blei, was den Kupferregulus einschließt, und sich an den Facetten beim Erkalten erkennen läßt. In Cornwall jetzt schwerer zu bekommen, als in früherer Zeit, weil sie hauptsächlich in den obern Teufen lagen.

3. Phosphorkupfererz Wr.

Von Virneberg bei Rheinbreitenbach oberhalb Bonn. Wurde von Rose für Malachit gehalten, daher nennt es Hausmann Pseudomalachit. Klaproth entdeckte darin die Phosphorsäure. Phosphorochalcit Kobell's. Cuivre hydro-phosphaté, Hydrous Phosphate of copper. Lunnit. Dihydrit.

Krystalle sollen 2+1gl. sein: eine geschobene Säule M = a : b : ∞c bildet vorn den scharfen Winkel von 39°, der durch a = a : ∞b : ∞c gerade abgestumpft wird. Geradendfläche c = c : ∞a : ∞b steht rechtwinklig gegen M. Augitpaar P = a : 2b : c macht in der Mediankante a : c 117° 49′, und Schiefendfläche t = 2a : c : ∞b liegt mit PM in einer Zone. Natürlich könnte bei der Seltenheit guter Krystalle ein solches System auch 2gliedrig werden, wenn die hintere Gegenfläche sich einmal zeigen sollte. Krystalle lagen auch auf alten Halden am Silberbrunnen süd-



westlich Oppenau, im obern Haigerachthal (Beiträge Statist. Verw. Baden 1863 XVI. 38) wahrscheinlich in der Fortsetzung des mächtigen Gangzuges, worauf in der Wilden Schappach der Herrenseegen und Friedrich Christian bauten.

In der Regel findet man nur malachitartige Ueberzüge, deren smaragdgrüne Farbe aber eigenthümlich schwarzgrün gesprenkelt ist. H. = 4, Gew. 4,2.

Vor dem Löthrohr kugelt es sich leicht, darin schwimmt ein kleiner Regulus von unreinem Kupfer. Die Kugel zeigt beim Erkalten eine eigenthümliche Rinde, während die innere Masse noch längere Zeit flüssig bleibt.

$\dot{C}u^6 \ddot{P} \dot{H}^3$ mit 68 $\dot{C}u$, 21,5 $\ddot{P}$, 8,6 $\dot{H}$.

Die Kupfererzlagerstätte des Virneberges, wo es Rose zuerst fand, ist noch heute der Hauptfundort. Nischne-Tagilsk, Libethen.

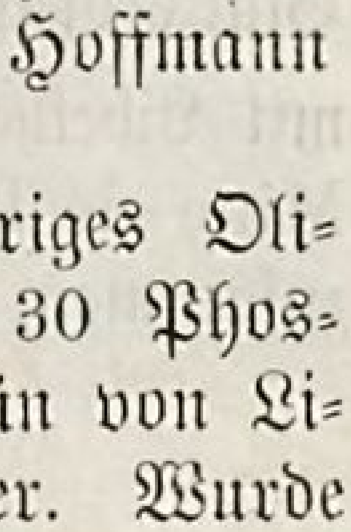
Breithaupt's Ehlit von Ehl bei Linz am Rhein sieht wegen eines deutlichen Blätterbruchs dem Kupferschaum ähnlich, hat sonst aber eine höchst nahe Zusammensetzung $\dot{C}u^3 \ddot{P} + 2 \dot{C}u \dot{H}$. Nur fand Bergemann neuerlich 7 p. C. Vanadinsäure. Schrauf (Jahrb. 1873. 646) beschreibt von dort eingliedrige Krystalle. Der amorphe Thrombolith auf Kalkstein von Rezbanya soll $\dot{C}u^3 \ddot{P} + 6 \dot{H}$ sein. Hermann's Tagilit wird als $\dot{C}u^4 \ddot{P} + 3 \dot{H}$ gedeutet. Nirgends sollen sich nach Nordenskjöld (Journ. prakt. Chem. 73. 215) die Kupferphosphate zahlreicher finden, als zu Nischne-Tagilsk. Aber sie sind chemisch kaum zu erkennen.

4. Olivenerz Wr.

Olivenit nach seiner Farbe. Werner begriff darunter zwar verschiedene Dinge, hatte aber doch hauptsächlich dieses im Auge, Hoffmann (Mineral. III. b. 170). Von allen das gewöhnlichste.

1) Phosphorsaures (Libethkupfer, Libethenit, blättriges Olivenerz) $\dot{C}u^4 \ddot{P} \dot{H}$ mit wenig Arsenitsäure, 66,5 Kupferoxyd, 30 Phosphorsäure, 4 Wasser. Dunkel olivengrün bis schwärzlich grün von Libethen bei Neusohl in Oberungarn auf quarzigem Glimmerschiefer. Wurde 1810 bei der Schürfung einer alten Zeche entdeckt (Mineral. Taschenbuch 1813. 274).

2gliedrige Oblongoktaeder, die man beim ersten Anblick für regulär hält. Eine geschobene Säule M = a : b: ∞c macht vorn 109° 52′, sie ist häufig etwas gekrümmter als das auf die scharfe Säulenkante aufgesetzte Paar c = b : c : ∞a mit 92° 20′ in der Kante über Axe c, hin und wieder gewahrt man in den 4 gleichen Ecken die ganz kleine Oktaederfläche o = a : b : c. Härte = 4, Gew. 3,7.



Vor dem Löthrohr kugeln sie sich, sollen in der Pincette geschmolzen Facetten bekommen, doch sind die jedenfalls undeutlich.

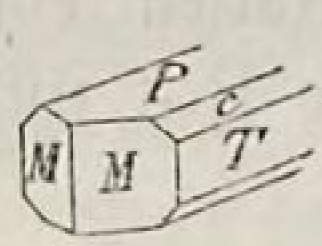
Hauptfundort Libethen, meist krystallisirt, doch kommen auch nieren=

förmige (Prasin Breith.) daselbst vor, die von dem dortigen dunkelgrünen Malachit äußerlich nicht unterschieden werden können.

2. Arsenik saures (Olivenit, Pharmakochalcit, fasriges Olivenerz, dritte Species des Arseniate of Copper bei Bournon Phil. Transact. 1801. 177)

$$\dot{C}u^4 \dddot{A}s \dot{H} \text{ mit } 57\ \dot{C}u,\ 40\ \dddot{A}s,\ 3{,}5\ \dot{H}.$$

Aber nie ohne Phosphorsäure, welche die Arseniksäure in allen Verhältnissen vertritt. Pistaziengrüne Nadeln von Cornwallis. Phillips beschreibt sie als blättrige Säulen $M = a : b : \infty c$ 110° 50′ mit dem Paare $c = b : c : \infty a$ 92° 30′, $P = c : \infty a : \infty b$, $T = b : \infty a : \infty c$. Sehr selten die Fläche $a = \frac{1}{2}a : b : \infty c$. M unter 132° 7′ schneidend.



H. = 3, Gew. 4,4. Strich lichter, spröde.

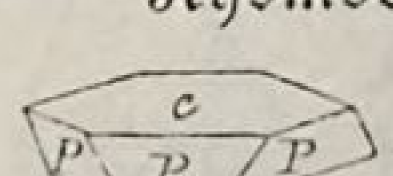
Die Analyse von Kobell (Pogg. Ann. 18. 249) gab 36,7 $\dddot{A}s$, 3,3 $\dddot{P}$, 56,4 $\dot{C}u$, 3,5 $\dot{H}$. In der Pincette schmilzt es leicht, und „krystallisirt beim Abkühlen eben so schön, wie das phosphorsaure Bleioxyd. Man erhält aber keine Perle mit größern Facetten, sondern eine strahlige Masse, deren Oberfläche mit prismatischen Krystallen netzförmig bedeckt ist". Auf Kohle reducirt es sich mit Detonation zu einem unreinen Kupferkorn. Bildet meistens feine Nadeln, die man für Pistazit halten könnte, manche werden fasrig wie der feinste Amianth mit nierenförmiger Oberfläche rc., im Quarz der Gruben von Cornwall. Schwaz, Zinnwald, Nischne-Tagilsk. Der dunkelgrüne amorphe Cornwallit $\dot{C}u^5 \dddot{A}s \dot{H}^5$ kommt mit ihm vor.

3. Adamite (Compt. rend. 1867. Bd. 62. 692) von Chanarcillo in Chili, honiggelb zusammen mit Embolit. Härte 3—4, Gew. 4,34. Zwei Blätterbrüche schneiden sich unter 107°, c/c = 91° 33′, also isomorph mit Libethenit, aber $\dot{Z}n^4 \dddot{A}s \dot{H}^2$. Eine rothe Abänderung kommt auf der Mine de la Garonne (Var) vor, die optische Mittellinie fällt mit Axe c zusammen, beim Libethenit dagegen mit b.

5. Kupferglimmer Wr.

Chalcophyllit, Cuivre arseniaté lamellifaire, 2te Species von Bournon's Arseniate of Copper (Phil. Trans. 1801. 176), ausgezeichnet in Cornwallis. Tamarit.

Rhomboeder P 69° 12′ im Endkantenwinkel, aber die Endkante ist durch einen deutlichen glimmerartigen Blätterbruch $c = c : \infty a : \infty a : \infty a$ so stark abgestumpft, daß dünne sechsseitige Tafeln entstehen, woran die P abwechselnd convergirende Kanten bilden. Auch stumpfere Rhomboeder kommen vor. Negativ optisch einaxig, brechen das Licht viel stärker als Uranglimmer, daran sofort zu unterscheiden.



Bläulich smaragdgrün ins Spangrüne sich neigend, Uranglimmer

hat nicht so viel Blau. Starker Perlmutterglanz auf dem Blätterbruch, Härte = 2,3, Gew. 2,6.

Vor dem Löthrohr Arsenikgeruch, allein er verknistert stark zu kleinen Flimmerchen, doch gelingt es durch langsames Erhitzen aus Stücken ein Kupferkorn zu bekommen.

$$\dot{C}u^6 \, \overset{..}{\ddot{A}}s + 12 \, \dot{H} \text{ mit } 52{,}9 \, \dot{C}u, \; 19{,}3 \, \overset{..}{\ddot{A}}s, \; 23{,}9 \, \dot{H},$$

nach Damour kommt zuweilen auch etwas Phosphorsäure vor. Cornwallis. Nischnetagilsk.

Kupferschaum Wern. ist durch seinen Blätterbruch dem Kupferglimmer sehr ähnlich, geht aber mehr ins Spangrün, und soll 2gliedrig sein. Die aus der Gegend von Schwaz in Tyrol (Tyrolit) bilden strahligblättrige Halbkugeln; in Ungarn, zu Bulach auf dem Schwarzwalde ꝛc. einen blättrigen Anflug. Chemisch sind nach Kobell (Pogg. Ann. 18. 253) die von Falkenstein bei Schwaz durch 13,6 $\dot{C}a \, \ddot{C}$ verunreinigt, auf Kohle geben sie daher eine strengflüssige Schlacke. Mit Aetzammoniak und kohlensaurem Ammoniak digerirt löst sich das Kupfersalz, und der kohlensaure Kalk bleibt zurück. Sie scheinen darnach ein Gemeng zu sein von

$$\dot{C}u^5 \, \overset{..}{\ddot{A}}s + 10 \, \dot{H} + \dot{C}a \, \ddot{C} \text{ mit } 43{,}9 \, \dot{C}u, \; 25 \, \overset{..}{\ddot{A}}s, \; 17{,}5 \text{ Wasser}.$$

Vergleiche auch den Kupferschaumartigen Trichalcit $\dot{C}u^3 \, \overset{..}{\ddot{A}}s \, \dot{H}^5$ auf sibirischen Fahlerzen. Konichalcit $(\dot{C}u, \dot{C}a)^8 \, (\overset{..}{\ddot{A}}s, \overset{..}{\ddot{P}})^2 \, \dot{H}^3$ von Andalusien ist dagegen mehr malachitartig (Pogg. Ann. 77. 139).

6. Linsenerz Wr.

Erste Species von Graf Bournon's Arseniate of Copper (Phil. Trans. 1801. 174) in Begleitung des Kupferglimmer von Cornwallis. Lirokonit.



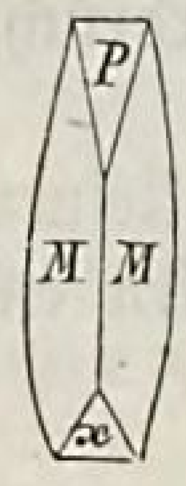
Kleine himmelblaue niedrige Oblongoktaeder s = a : b : ∞c 119° 45′, mit einem auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzten Paar o = a : c : ∞b 71° 50′. Nach Descloizeaux macht Kante s/s mit o/o 91° 27′, dann ist es 2+1gliedrig. Auch die optischen Axen liegen in einer Schiefendfläche. Härte 2—3, Gew. 2,9. Hermann fand 36,4 $\dot{C}u$, 23 $\overset{..}{\ddot{A}}s$, 3,7 $\overset{..}{\ddot{P}}$, 10,8 $\ddot{A}l$, 25 $\dot{H}$, was keine schöne Formel gibt:

$$\dot{C}u^8 \, \overset{..}{\ddot{A}}s + \ddot{A}l \, \overset{..}{\ddot{A}}s + 24 \, \dot{H}.$$

Redruth, Herrengrund, Ullersreuth im Voigtlande mit andern verwandten Kupfersalzen zusammen. Haidinger's (Pogg. Ann. 14. 228) Erinit von Limerick in Irland (Erin), smaragdgrün, H. = 4—5 Gew. 4, nicht krystallisirt in Gesellschaft von Linsenerz $\dot{C}u^5 \, \overset{..}{\ddot{A}}s + 2 \, \dot{H}$.

7. Strahlerz Wr.

Vierte Species des Arseniate of Copper Bournon (Phil. Trans. 1801. 181), Klinoklas, Abichit, Aphanèse. Kleine schwärzliche Krystalle zusammen mit Linsenerz in Cornwall vorkommend. Mit der Nadel



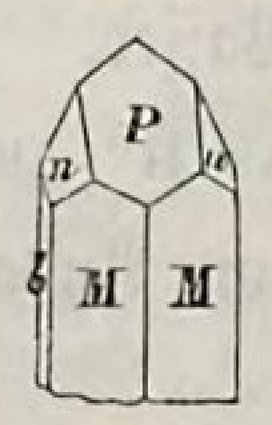
geritzt werden sie fast so *schön himmelblau*, als das Linsenerz, woran man sie leicht erkennt. 2 + 1gliedrige Säule M = a : b : ∞c vorn 56°, die auf die scharfe Säulenkante aufgesetzte Schiefendfläche P = a : c : ∞b soll sehr blättrig sein, P/M 95°, eine hintere Gegenfläche x ꝛc. Optische Axen in der Medianebene, Mittellinie senkrecht zum Blätterbruch P. Härte = 3, Gew. 4,3, schwärzlich grün an der Oberfläche, im durchscheinenden Licht heller.

$$\dot{C}u^6 \ddot{\ddot{A}}s \dot{H}^3 \text{ mit } 62,6\ \dot{C}u,\ 30,3\ \ddot{\ddot{A}}s,\ 7\ \dot{H},$$

also von der Zusammensetzung des Phosphorkupfererzes, auffallender Weise erinnert auch das 2 + 1gliedrige System mit dem scharfen Säulenwinkel daran.

8. Euchroit Breith.

Passend nach seiner schönen dioptasartigen Farbe genannt. Gehört zu den ausgezeichneten, schon wegen seiner mehrere Linien großen *2gliedrigen Krystalle*. Eine Säule M = a : b : ∞c bildet 117° 20′, die Geradendfläche P = c : ∞a : ∞b, beide nicht blättrig; dagegen schimmert n = b : c : ∞a 87° 52′ deutlich und noch deutlicher b = b : ∞a : ∞c vom inneren Lichte des Blätterbruchs. In der Säule M/M kommen noch mehrere Zuschärfungen der scharfen Kante vor. Smaragdgrün, H. = 3—4, Gew. = 3,4. Vor dem Löthrohr reducirt er sich mit Detonation zu röthlich weißem Arsenikkupfer, das bei längerm Behandeln in der Oxydationsflamme ein Kupferkorn wird:



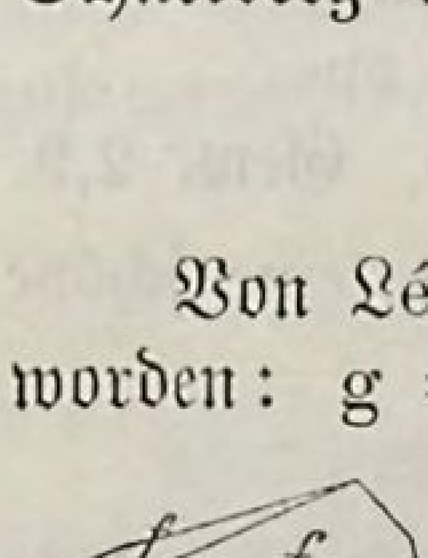
$$\dot{C}u^4 \ddot{\ddot{A}}s + 7\ \dot{H} \text{ mit } 48\ \dot{C}u,\ 33\ \ddot{\ddot{A}}s,\ 19\ \dot{H}.$$

Einzig zu Libethen mit feintraubigem Erdkobalt auf Glimmerschiefer.

Chlorotil (Jahrb. 1875. 537) kommt in blaßgrünen Härchen bei Schneeberg und Zinnwalde auf Quarz mit Tungstein vor, $\dot{C}u^3 \ddot{\ddot{A}}s \dot{H}^6$.

9. Brochantit Heuland.

Von Lévy (Ann. of Phil. 1824. 241) aus dem Ural 2gl. beschrieben worden: g = a : b : ∞c 104° 10′ hat nur Spuren von Blättrigkeit, dagegen ist b = b : ∞a : ∞c die Abstumpfungsfläche der scharfen Säulenkante deutlich blättrig und glänzend, f = b : c : ∞a macht die stumpfe Kante von 151° 52′, h = a : ½b : ∞c. Kokscharow (Min. Rußl. III. 264) fand 104.31 und 152.37. Nach Schrauf (Jahrb. 1873. 959) 2 + 1gliedrig, sogar mit Hinneigung zum 1gliedrigen, und wie Malachit zur Zwillingsbildung geneigt.



Smaragdgrün, zuweilen ins Schwärzliche gehend, Gew. 3,9, H. = 3—4. Vor dem Löthrohr schmilzt er und gibt ein Kupferkorn.

$$\dot{C}u^4 \dddot{S} \dot{H}^3 = \dot{C}u \dddot{S} + 3\ \dot{H}\ \dot{C}u \text{ mit } 70\ \dot{C}u,\ 18\ \dddot{S},\ 12\ \dot{H}.$$

Er löst sich in Säuren, aber nicht im Wasser, wie der Kupfervitriol.

Bildet sich künstlich aus Kupfervitriollösungen, wenn man Kupferoxydhydrat hinzusetzt.

Ein seltenes Fossil. Zu Rezbanya in Siebenbürgen bricht es mit Kupferlasur und Malachit (Pogg. Ann. 14. 141) und gleicht dem Malachite, ist nur etwas dunkeler und glänzender. G. Rose (Reise Ural I. 267) beschreibt kleine Krystalle von den Gumeschewskischen Kupfergruben, wo sie mit Malachit und Rothkupfererz brechen. Forchhammer's Krisuvigit bildet zu Krisuvig auf Island ein kleines Lager. Königin in Sibirien, Warringtonit von Cornwall schließen sich eng an. Dagegen soll der schön grünlich blaue Langit aus dem Killas von Cornwall (Compt. rend. 1864 Bd. 59. 633) Zwillinge des Aragonits bilden, und ein Wasseratom mehr haben $\dot{C}u^4 \dddot{S} \dot{H}^4$. Devillin (Jahrb. 1865. 621), welcher damit zusammen vorkommt, scheint nur mit Gyps gemischter Langit zu sein.

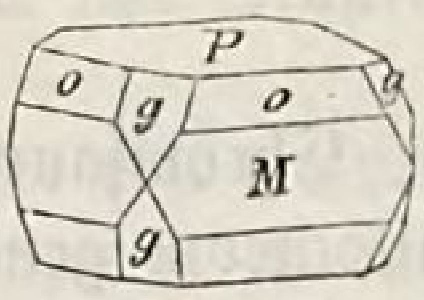
Kupfersammterz (Lettsomit) nannte schon Werner die prachtvollen himmelblauen sammtartigfasrigen Halbkugeln, welche mit Malachit in Drusen von Brauneisenstein zu Moldawa im Banat vorkommen. Percy zeigte, daß so sehr ihr Aussehen auch an Kupferlasur erinnert, sie doch nur Spuren von Kohlensäure haben, dagegen vielmehr 15,4 Schwefelsäure, 48,2 $\dot{C}u$, 11,7 Eisenoxyd und Thonerde, 23 $\dot{H}$, also etwa

$$\dot{C}u^6 \dddot{S} + \ddot{A}l \dddot{S} + 12 \dot{H}.$$

10. Uranglimmer Wr.

Grünglimmer von Johann-Georgenstadt Klaproth (Beitr. II. 216). Urane oxydé. Werner wollte ihn anfangs nach Bergman Torberit (Emmerling, Lehrb. Min. 1796. II. 584) nennen, was großen Widerspruch erfuhr. Es wäre damals nach Obsidian pag. 468 der erste Personenname gewesen (Bergm. Journ. 1789. 376).

Kleine viergliedrige Tafeln, deren Geradendfläche P = c : ∞a : ∞a sehr blättrig ist, während das Oktaeder o = a : a : c die Seiten der rechtwinkeligen Tafeln unter 143° zuschärft, o/P = 108.29 bis 108.54. Diese einfache Form Po ist am häufigsten, es kommt aber auch die erste M = a : a : ∞a und 2te quadratische Säule h = a : ∞a : ∞c, das nächste stumpfe Oktaeder g = a : c : ∞a vor. Schon Phillips bildete noch viele andere Flächen ab.



Die prachtvoll smaragdgrünen Krystalle sind fast so deutlich blättrig, jedoch spröder, als Glimmer, so daß sie quer gar keinen muscheligen Bruch zeigen. Werner (Cronstedt 217) stellte sie daher geradezu zum Glimmer. H. = 2, Gew. 3,2—3,6. Nach der Zusammensetzung unterscheidet Berzelius (Pogg. Ann. 1. 374) zweierlei:

a) Kupferuranglimmer (Chalcolith)

$\dot{C}u\,\ddot{\bar{U}}^2\,\dddot{\bar{P}}\,\dot{H}^8$ mit 60 Uranoxyd, 9 $\dot{C}u$, 16 $\dddot{\bar{P}}$, 14,5 $\dot{H}$,

mit Salzsäure befeuchtet färbt er die Flamme blau, und gibt mit Soda auf Kohle ein Kupferkorn. Smaragdgrün. Das gewöhnliche. Johann-

Georgenstadt, Schneeberg, Joachimsthal, Grube St. Anton auf dem Schwarzwalde, Redruth, Nordamerika, Wolfsinsel im Onegasee mit Amethyst. Häufig in Gesellschaft mit Uranpecherz. Negativ optisch einaxig.

b) Kalkuranglimmer (Uranit, Autunit).

$\dot{C}a\ \ddot{\bar{U}}^2\ \ddot{\bar{P}}\ \dot{H}^8$ statt Kupfer 6,2 $\dot{C}a$,

zeisiggrün bis citronengelb. Das seltenere. Besonders bei Autun und St. Yrieux ohnweit Limoges. Zu Chesterfield in Massachusets von Turmalin eingeschlossen. Optisch 2axig, und Messungen kleiner Krystalle von Cornwall geben die Säule M/M 90° 43′ (Ann. min. 1858. XIV.), o/P = 109.6 und 109.17. Der Isomorphismus findet daher nur annähernd statt. Etwa ähnlich, wie bei der künstlichen viergl. $\dot{B}e\ \dddot{S}\ \dot{H}^4$ und der zweigl. $\dot{B}e\ \ddot{S}e\ \dot{H}^4$ (Topsöe Sitzb. Wien. Akad. 1872. Bd. 66. 2 pag. 5). Zweierlei Systeme mit so nahe liegenden Winkeln gehen gleichsam in einander über.

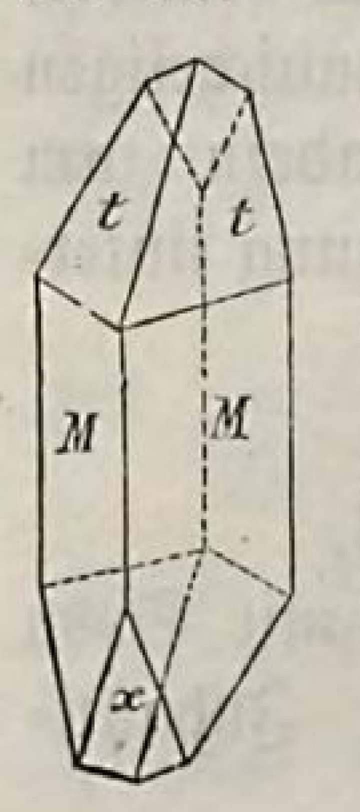
Auf der Grube Weißer Hirsch zu Neustadtel bei Schneeberg fand Prof. Weißbach in Gesellschaft von Uranpecherz eine Reihe secundärer Produkte, worunter ein viergliedriger Zeunerit $\dot{C}u\ \ddot{\bar{U}}^2\ \ddot{\bar{A}}s\ \dot{H}^8$ dem Kupferuranglimmer, ein zweigliedriger Uranospinit $\dot{C}a\ \ddot{\bar{U}}^2\ \ddot{\bar{A}}s\ \dot{H}^8$ dem Kalkuranglimmer entspricht, nur daß Arsenik die Stelle des Phosphors vertritt (Jahrb. 1873. 314). Dazu kam noch citronengelber blättriger Trögerit $\ddot{\bar{U}}^3\ \ddot{\bar{A}}s\ \dot{H}^{12}$ und wachsgelber diamantglänzender Walpurgin $\ddot{\bar{U}}^3\ \ddot{\bar{B}}i^5\ \ddot{\bar{A}}s^2\ \dot{H}^{10}$ mit 60,7 Wismuthoxyd (Jahrb. 1873. 314).

Bleisalze.

Das Bleioxyd verbindet sich außer mit $\ddot{\bar{P}}$ und $\ddot{\bar{A}}s$ noch mit einer Reihe anderer Säuren, $\dddot{C}r\ \ddot{\bar{V}}\ \dddot{M}\ \dddot{W}$, zu schönfarbigen Salzen, die wir hier folgen lassen, indem wir an jede Säure die wichtigsten isomorphen Basen anschließen.

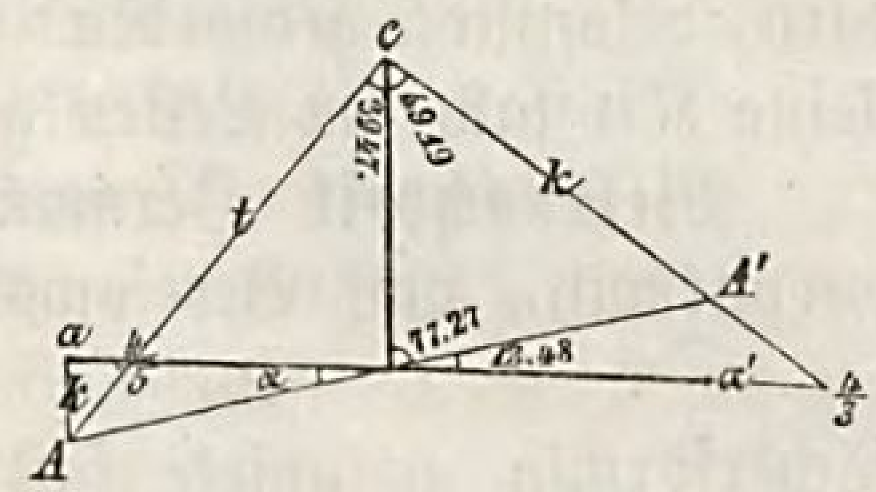
1. Rothbleierz Wr.

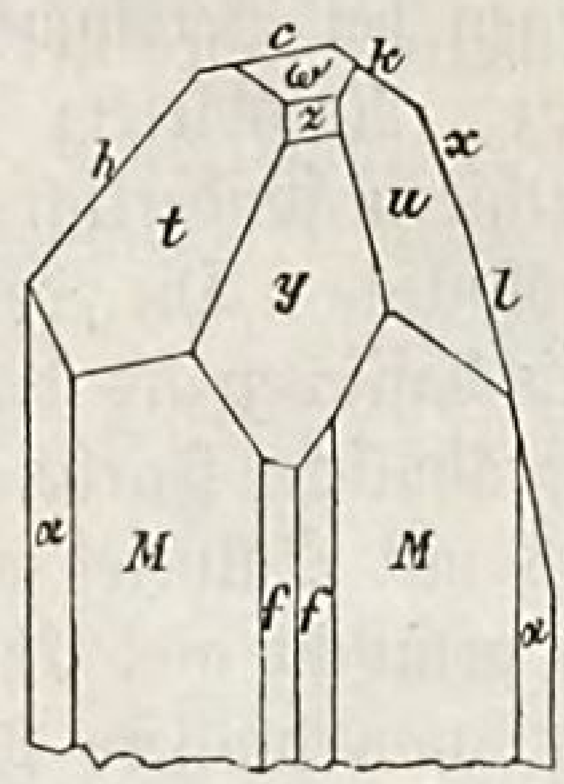
Chromsaures Blei, wegen seiner schönen Farbe von Hausmann Kallochrom genannt. Aus den Goldgängen von Beresowsk 1766 von Lehmann in einem Briefe an Buffon (Delisle Essai 1772. 353) de nova minerae plumbi specie crystallina rubra erwähnt, daher Lehmannit. Chromate of lead. Krokoit (κροκός Saffran). Kokscharow Material. VI. 97.



2 + 1gliedrig, Säule M = A : b : ∞c bildet vorn 93° 30′ (93.40), ist erkennbar blättrig und fein längsgestreift. Gewöhnlich auf der Vorderseite nur ein Augitpaar t = A : b : c in der Mediankante 119°. Interessant ist hinten die matte Schiefendfläche x = ⅓A′ : c : ∞b. Eine Zuschärfung der scharfen und stumpfen Säulenkante sieht man öfter, auch wohl die Fläche c = c : ∞A : ∞b. Hessenberg (Abh. Senckenb. Ges. 1860. III. 281) und Dauber (Sitzungsb. Wien. Akad. 1860.

42. 19) haben sich mit den kleinen Krystallen ausführlich beschäftigt. Dauber's sorgfältige Messungen ergaben die Axen A : b : c = 1,047 : 1,09 : 1, A/c 77° 27'. Die Zahl der Flächen ist außerordentlich; ich will nur einen Theil aufführen: P 001, b 010, a 100; M 110, z 011, h 101, k 1'01; t 111, v = 1'11; Säulenzone f 120, d 210, α 310, g 320, z 350, 230. Diagonalzonen ω 012, y 021; Schiefendflächen x 3'01, l 4'01, e 201, n 401, χ 801, ϱ 502; Augitpaare u 2'11, γ 3'11, β 3'12, r 6'12, s 441, μ 154, π 221, σ 352, g '841, H 435 2c. Wollte man möglichst rechtwinklige Axen haben, so würden wir wie beim Gyps t = $\frac{1}{5}$a : $\frac{1}{4}$b : c setzen. Dann ist in nebenstehendem Aufriß k = $\frac{1}{4}$ = A . sin α, α = 13° 48'; es weicht also die rechtwinklige Axe a nur 12° 33' — 13° 48' = — 1° 15' ab, d. h. a'/c bildet 91° 15' und Fläche t hat nach unserm Bilde c : $\frac{4}{5}$a : b, k = c : $\frac{4}{3}$a' : ∞b. Nehmen wir nun einen **complicirten Krystall** zur Hand mit den Zonen c w z y, t y M, y u l, k u M 2c., so können wir die Flächen hinschreiben ω = 4a' : 2b : c, z = 4a' : b : c, u = $\frac{4}{7}$a : b : c. Man sieht da bald, daß wenn wir die Axen a und b viermal länger nehmen, die Ausdrücke an Einfachheit gewinnen: für a : b : c : k = 4,088 : 4,362 : 1 : 0,089 wird dann t = $\frac{1}{5}$a : $\frac{1}{4}$b, k = $\frac{1}{3}$a' : ∞b, c = a : ∞b, x = $\frac{1}{11}$a' : ∞b, l = $\frac{1}{13}$a' : ∞b, w = a : $\frac{1}{2}$b, z = a : $\frac{1}{4}$b, y = a : $\frac{1}{8}$b, u = $\frac{1}{7}$a' : $\frac{1}{4}$b. Die Säulen M f α behalten ihre Ausdrücke.





Hauptaxe c halbirt den Winkel der optischen Axen (Pogg. Ann. 37. 374). Wirkt ziemlich stark auf das Dichroskop. Das extraordinäre Bild färbt sich mit einem gelben und blauen Saume. Demantglanz insonders auf dem Querbruch der Säule. Schöne morgenrothe Farbe mit oraniengelbem Strich. Härte 2—3, Gew. 6.

Auf Kohle decrepitirt es zu stark, man muß es daher erst pulverisiren, dann schmilzt es leicht und reducirt sich mit Detonation zu einer Schlacke, unter welcher die Bleireguli verborgen liegen. Die Schlacke gibt wie das Erz selbst die prachtvollsten grünen Gläser.

$\dot{P}b\,\dot{C}r$ mit 31,7 Chromsäure und 68,3 $\dot{P}b$.

Es kann leicht künstlich dargestellt werden, indem man schwefelsaures Blei mit chromsaurem Kali übergießt. Geschmolzen und langsam abgekühlt gibt es eine braune krystallinische, rasch im Wasser abgekühlt eine rothe amorphe Masse. „Oxydirt in der Hitze alle organischen Körper vollständig." Macht daher in der Kattundruckerei die organischen Farben haltbar. Gibt das prachtvolle Chromgelb, wozu man auch das natürliche im Ural benützt. Die Chemie kennt keinen zweiten so färbenden Stoff. Vauquelin entdeckte 1797 darin das Chrom (χρῶμα Farbe), er behandelte das Mineral mit Salzsäure und Alkohol, welcher des-

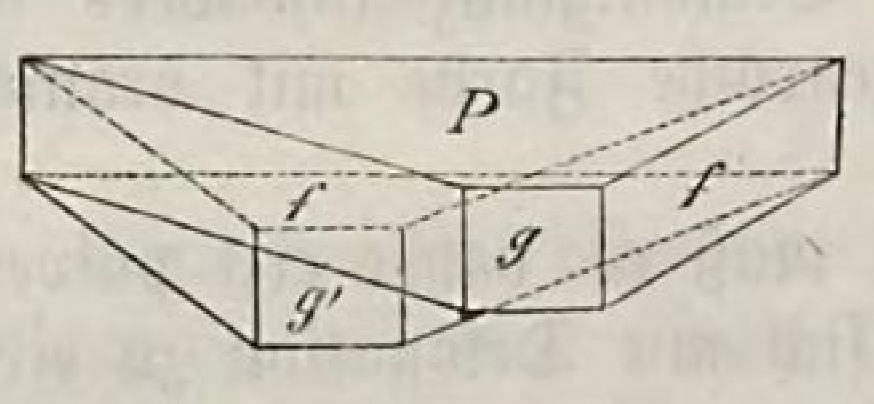
oxydirend wirkt, unlösliches $Pb\,Cl$ gibt und $\ddot{C}r$, welches die Flüssigkeit grün färbt. Es kommt daselbst bei Beresowsk ohnweit Katharinenburg in den dortigen Goldgängen auf Quarz im verwitterten Granit (Beresit) vor, und ist durch Verwitterung von Bleiglanz entstanden, mit dem es einbricht. Ein zweiter wichtiger Fundort ist Minas Geraes in Brasilien auf Quarz im Talkschiefer. Neuerlich ist ein dritter von der Grube Labo bei Luçon in den Philippinen durch die Oestreichische Novara bekannter geworden. Zu Rezbanya scheinen 1833 einmal einige kleine Krystalle im Letten gefunden zu sein.

Melanochroit Hermann (Pogg. Ann. 28. 162), Phoenicit (φοινίκεος purpurroth), von Beresowsk ist basischer:

$$\dot{P}b^3\,\ddot{C}r^2 \text{ mit } 23{,}3\,\ddot{C}r \text{ und } 76{,}7\,\dot{P}b,$$

fächerförmig gruppirte fast rechtwinklige Tafeln, metallischer Diamantglanz, dunkelfarbig bis kirschroth, und ziegelrother Strich, Gew. 5,75, H. = 3—4. Er decrepitirt nicht so stark. Findet sich mit dem vorigen bei Beresowsk in kleinen derben Parthieen sonderlich auf Bleiglanz. Rothbleierz bedeckt oder umhüllt ihn gewöhnlich. Die derben Parthieen sonderlich auf Bleiglanz. Rothbleierz bedeckt oder umhüllt ihn gewöhnlich. Die derben Parthieen sind nach einer Richtung spaltbar. Noch basischer als dieses ist Chromroth $\dot{P}b^2\,\ddot{C}r$, jene prachtvolle Zinnoberähnliche Farbe, welche man durch Zusammenschmelzen des Chromgelbs mit Salpeter erhält (Pogg. Ann. 21. 580). Chromroth und Chromgelb gemischt gibt Chromorange; mit Kreide, Thon, Gyps vermischt, erzeugt man blassere Farben.

Vauquelinit Berzelius (Afhandl. i Fys. VI. 258) stetiger Begleiter des Rothbleierzes von Beresowsk $(2\,\dot{P}b + \dot{C}u)\,\ddot{C}r^2 = (Pb, Cu)^3\,Cr^2\,O^9$ also ein durch $10{,}8\,\dot{C}u$ verunreinigter Melanochroit. Haidinger (Pogg. Ann. 5. 173) beschreibt die kleinen Krystalle 2 + 1gliedrig: eine geschobene Säule $f = a : b : \infty c$, deren vordere Kante durch $g = a : \infty b : \infty c$ gerade abgestumpft wird. Die Schiefendfläche $P = a : c : \infty b$ macht nach Lévy mit g einen Winkel von 120°. Gewöhnlich



unregelmäßig durcheinander gewachsen oder Zwillinge g gemein und umgekehrt liegend. Schwarzgrün, aber zeisiggrüner Strich, daran leicht erkennbar. H. = 2—3, Gew. 6. Dreierlei Vorkommen: a) kleine schwarzgrüne Krystalle haufenweis durcheinander gewachsen; b) kleine Kugeln von Hirsekorngröße aus Krystallnadeln bestehend; c) dichte erdige zeisiggrüne Massen. Nordenskjöld (Pogg. Ann. 1869 Bd. 137. 299) unterscheidet darunter noch einen Laxmannit mit 8 Phosphorsäure und der Formel $2\,\dot{R}^3\,\ddot{C}r^2 + (\dot{R}, \dot{H})^3\,\ddot{P}$. Aber die Krystalle scheinen den gleichen Habitus zu behalten, nur mit andern Winkelangaben: $f/f = 110\frac{1}{2}$, $P/f = 134.25$, worauf $P/g = 148.25$ betragen würde, also 28° mehr, als Lévy angibt.

2. Vanadinbleierz.

Vanadinit. 1801 von Del Rio zu Zimapan in Mexico entdeckt, schon er glaubte darin ein neues Metall, Erythronium zu erkennen, was aber in Frankreich fälschlich für Chrom ausgegeben wurde. Als nun Sefström 1830 im Stabeisen von Taberg Vanadium entdeckt hatte (Pogg. Ann. 21. 43), zeigte Wöhler, daß es die Säure in unserm Bleierze sei. Aber erst durch die Entdeckung im unreinen Uranpecherz kann man es in größern Mengen bekommen (Sitzungsb. Wien. Akad. 1858. 33. 3).

Bildet wie Buntbleierz reguläre sechsseitige Säulen mit Geradendfläche. Die Säule gern bauchig. Kokscharow am russischen Dihexaeder 80° 1' Seitenkanten, Schabus an kärntenschen (Berg Obir bei Windischkappel) 78° 46'. Gelblich braune Krystalle mit Fettglanz, sogar morgenrothe Nädelchen kamen am Obir vor. H. = 3, Gew. 7. Berzelius fand in dem von Zimapan 10 Pb Gl, 70 $\dot{Pb}$, 22 $\ddot{V}$, ohne Phosphorsäure, welche die andern so gerne enthalten. Das führt wahrscheinlich zu der Formel

$$3\,\dot{Pb}^3\,\ddot{V} + Pb\,Gl = 3\,(Pb_3\,O_3\,V_2\,O_5) + Pb\,\dot{G}l,$$

der Constitution des Buntbleierzes, wie namentlich auch die künstlich dargestellten Krystalle (Compt. rend. 77. 896) beweisen. Natürlich muß für $V^2\,O^5$ das Atomgewicht auf $52{,}5 = V^2$ erniedrigt werden, denn für $V = 68{,}5$ ist $V + O^3 = 68{,}5 + 24 = x + O^5 = x + 40$, $x = V^2 = 52{,}5$, was nach neuern Untersuchungen auch wohl 51,3 angenommen wird. Schmilzt leicht und reducirt sich unter einem Rückstande zu Blei, der Rückstand gibt smaragdgrüne Gläser, kann daher leicht mit Chrom verwechselt werden, allein mit 3 bis 4 Theilen doppelt schwefelsaurem Kali im Platinlöffel geschmolzen bekommt man eine pommeranzengelbe Masse, während Buntbleierz weiß, Rothbleierz grünlichweiß wird. Außer Zimapan fand es G. Rose bei Beresowsk (Pogg. Ann. 29. 455) mit Buntbleierz zusammen in bräunlicher Farbe, die größern Krystalle enthalten daselbst öfter einen Kern von grünem Buntbleierz, was auf Isomorphismus deuten könnte, Kokscharow Mater. III. 44. Zu Wanlockhead in Dumfriesshire bildet es kleintraubige Massen auf Galmei, die man lange für arsenitsaures Blei gehalten hat, bis Thomson darin 23,4 $\ddot{V}$ nachwies.

Dechenit Bergemann (Pogg. Ann. 80. 393) aus dem Buntensandstein von Nieder-Schlettenbach bei Weißenburg (Pfalz) in Brauneisensteinlagern: $\dot{Pb}\,\ddot{V}$ mit 52,9 $\dot{Pb}$, 47 $\ddot{V}$, gewöhnlich zinkhaltig. Die krystallinische Masse hat Aehnlichkeit mit dem Sibirischen Rothbleierz, gelber Strich, Fettglanz, H. = 3, Gew. 5,8. Eusynchit von Hofsgrund bei Freiburg in unansehnlich kleintraubigen Ueberzügen von rothgelber Farbe, nicht selten von schmutzigem Buntbleierz bedeckt, sollte neben Vanadinsäure noch vanadinige Säure ($\dot{V}$) enthalten, was sich nicht bestätigt hat. ($\dot{Pb}$, $\dot{Zn}$) $\ddot{V}$ mit 16,8 $\dot{Zn}$ (Pogg. Ann. 120. 26). Kobell's Aräoxen von Dahn in Rheinbaiern ist ebenfalls Vanadinzinkblei aber mit etwas Arseniksäure. Ein Vanadinkupferblei erwähnt Domeyko von Chili.

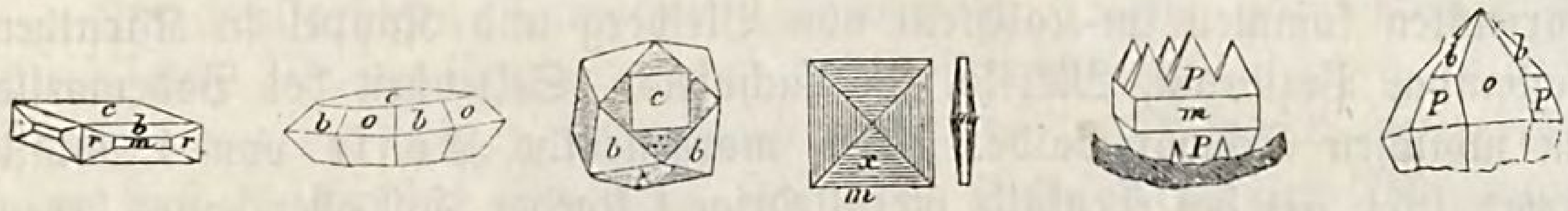
Descloizit (Damour Ann. Chim. Phys. 3 sér. 41. 71) aus den Gruben von La Plata $\dot{P}b^2 \dddot{V}$, 2gliedrige Säulen von 116° 25′ mit einem Paar auf die scharfen Kanten aufgesetzt, und kleine Oktaederflächen. Glänzende schwarze Krystallchen mit einem Stich ins Olivengrün. Zippe's Vanadit vom Berge Obir soll krystallisirter Dechenit sein, und auch Eusynchit chemisch damit stimmen, sie würden dann beide zum Descloizit gehören (Jahrb. 1862. 728 und 1000).

Volborthit (Bulletin Acad. Imp. St. Petersburg IV. 2) $(\dot{C}u, \dot{C}a)^4 \dddot{V} \dot{H}$ auf den Kupfergruben am Ural, höchst seltene olivengrüne sechsseitige Tafeln, die sich kugelig häufen, gelber Strich, H. = 3, Gew. 3,5, Kokscharow Mater. IV. 145. Zu Friedrichroda am Nordrande des Thüringer Waldes fand Credner im Manganerz ein zeisiggrünes Salz von $(\dot{C}u, \dot{C}a, \dot{M}g, \dot{M}n)^4 \dddot{V} + \dot{H}$ mit 39 $\dddot{V}$, wie es scheint einen Kalkvolborthit. In der Zechsteinformation von Perm sollen Sandsteine und Holzstämme von Volborthit gelbgrün gefärbt sein. Die kleinen starkglänzenden röthlichbraunen 2gl. Krystalle des **Pucherit** von Schneeberg haben einen gelben Strich, 6,2 Gew., und bestehen aus $Bi^2 V^2 O^8 = Bi\ VO^4$ mit 73 Wismuthoxyd, 22,2 Vanadinsäure, Spuren von Arsenik- und Phosphorsäure. Es sind rhombische Säulen $t = a : b : \infty c$ von 124° mit einer blättrigen Geradendfläche, und mehreren kleinen Abstumpfungen der Ecken. Hr. Prof. Websky (Mineral. Mitth. 1872. 245) konnte sie messen, stellte aber die Säule $t = c : \frac{1}{2}b : \infty a$, um gewisse Aehnlichkeiten mit Brookit und Niobit nachzuweisen. Die Grubenverwaltung verkaufte davon 1871—73 für 1500 Mark. Kann auch künstlich dargestellt werden, Jahrb. 1875. 680. Vanadiolith vom Baikalsee (Jahrb. 1870. 780) mit 44,8 Untervanadsäure soll durch grüne Augitmasse verunreinigt sein. Der neuerlich viel besprochene Ardennit von Ottrez in Belgien (Jahrb. 1872. 930) von Kolophoniumfarbe, ziemlich Quarzhärte und 3,6 Gew., wird in der Form mit Ilvait verglichen, Jahrb. 1873. 126. Einige haben über 9 p. C. Vanadinsäure, andere eben so viel Arseniksäure, Jahrb. 1876. 366. Konichalcit enthält 1,8 $\dddot{V}$, die Bohnerze von Frankreich (Ann. Chim. Phys. 1861. 61. 309), Norddeutschland und der Alp (Bronn's Jahrb. 1853. 64 und 463), die Hochofenschlacken von Steiermark, der Kupferschiefer von Mansfeld, das unreine Uranpecherz 2c. geben Reactionen auf Vanadin. Am Obern See soll Vanadinsäure einen gelben pulverigen Ueberzug auf gediegenem Kupfer bilden. Eine chocoladenbraune Erde auf Isle royale, die Rutile von St. Yrieux, und die dortigen Thone (Beauvallet, Ann. Chim. Phys. 1861. 61. 336) halten ansehnlich Vanadium. Spuren kommen sogar in Laven und Basalten vor (Jahrb. 1870. 271). Vanadin liefert die beste schwarze Dinte, welche durch Säuren nicht ausgelöscht, sondern nur blau gefärbt wird. Für Porzellanmalerei gäbe es eine Reihe schöner Farben. Zu wissenschaftlichen Zwecken wird es als Nebenprodukt bei Verarbeitung der Joachimsthaler Uranerze mittelst Galläpfelaufguß gewonnen.

3. Gelbbleierz Wr.

Bleigelb, Wulfenit, denn Wulfen machte 1781 auf das Kärnthische Vorkommen aufmerksam, das man bis auf Klaproth (Beitr. II. 266) fälschlich für Wolframkalk hielt. Molybdänblei. Molybdate of lead, Plomb molybdaté

4gliedrig, ein etwas blättriges Oktaeder P = a : a : c, Endk. 99° 40′ und Seitenk. 131° 55′ gibt c : a = 1 : 0,636. Dauber (Pogg. Ann. 107. 270) fand 131° 49′. Gewöhnlich herrscht die Geradendfläche c = c : ∞a : ∞b so vor, daß die Krystalle tafelartig erscheinen, selbst zu den dünnsten Blättchen werden, auf welchen sich auch wohl ein ganz flaches Oktaeder mit unendlich kurzer Axe erhebt. Kommt zur Geradendfläche



die 1ste quadratische Säule m = a : a : ∞c, so entstehen einfache quadratische Tafeln, wie man sie bei den wachsgelben häufig findet. Doch wird m gern bauchig, es gesellt sich eine 8seitige Säule r = a : ½a : ∞c dazu, und statt P tritt gar häufig b = a : a : ⅓c, 73° 7′ in den Seitenkanten mit glänzenden Flächen auf. Die 2te quadratische Säule n = a : ∞a : ∞c ist übermäßig rauh, aber inneres Licht deutet auf Blättrigkeit. Matt ist auch o = ½c : a : ∞a, welche oftmals mit b die Tafeln zuschärft. Oefter gewahrt man auf der Geradendfläche ein kleines glänzendes Viereck, es wird durch ein mattes ganz flaches Oktaeder 3a : ∞a : c erzeugt. Am flächenreichsten sind die kleinen citronengelben Krystalle, welche scheinbar als eine jüngere Bildung zwischen den wachsgelben zerstreut liegen, daran kommt namentlich das nächste stumpfere von P vor, e = a : c : ∞a, und das nächste schärfere von b, d = a : ∞a : ⅔c. Nach Schrauf (Jahrbuch 1871. 637) kommt bei „Chromwulfenit" auch die 4+4kantige Säule 2a : 3a : ∞c hälftflächig vor. Die wachsgelben Tafeln wachsen sogar durch die neue Masse fort, indem sich lauter Spitzen vom Oktaeder P regelrecht darauf setzen.

Wachs-, Honig- bis Citrongelb; von Rezbanya, Pennsylvanien und der Kirgisensteppe (Pogg. Ann. 46. 639) auch morgenroth durch einen kleinen Chromgehalt. Diamantglanz besonders im Innern. H. = 3, Gew. 6,9.

Vor dem Löthrohr verknistert es außerordentlich stark, schmilzt aber leicht, ein Theil zieht sich schnell in die Kohle, und kleine Bleireguli bleiben zurück. Die äußere Flamme mit Borax gibt gelbliche Gläser, welche beim Erkalten schnell farblos werden; die innere macht das Glas sogleich schwarz, hält man es einen Augenblick wieder in die äußere, so gewahrt man darin schwarze Flocken von Molybdänsäure, die aber bei weiterem Blasen schnell verschwinden. Phosphorsalz gibt ein grünes Glas, was kalt stark bleicht.

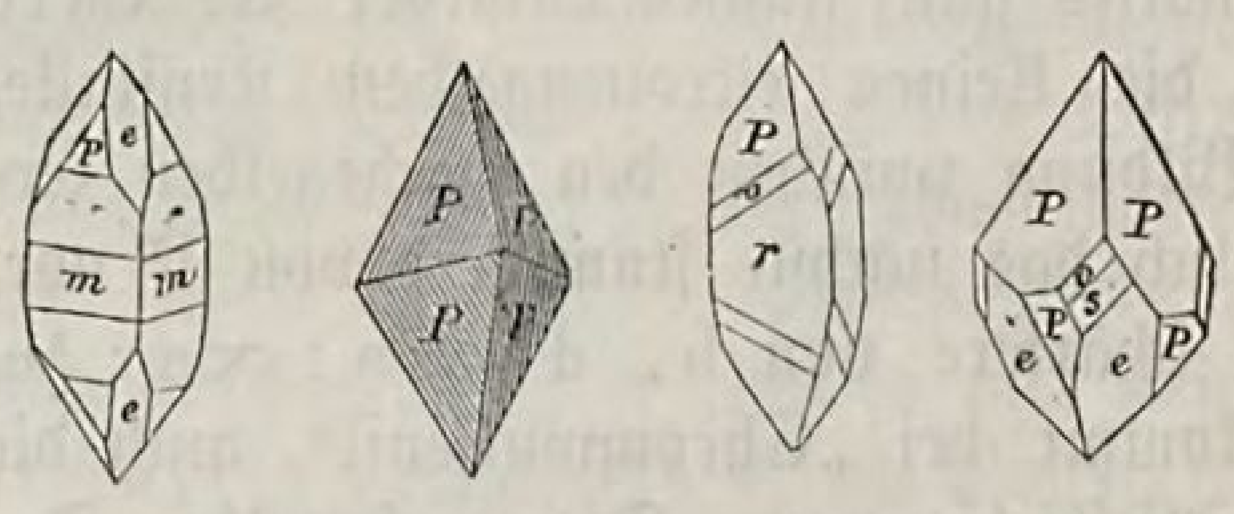
$\dot{P}b\,\ddot{M}o$ mit 60 $\dot{P}b$ und 40 $\ddot{M}o$.

Das Pulver in concentrirter Schwefelsäure gelöst und ein wenig Alkohol hinzugesetzt, gibt eine prachtvolle lasurblaue Farbe von $Mo\,\ddot{M}o^4$. Da schon beim Zutritt der Luft die blaue Farbe eintritt, so erklärt das den Ilsemannit (Jahrb. 1871. 566), der schwarzblaue Anflüge auf Schwerspath von Kärnthen darbietet. Molybdänsaures Ammoniak gibt bei Gegenwart von Phosphorsäure oder Kieselsäure einen gelben Niederschlag, daher wird jetzt essigsaures Uranoxyd als Reagenz auf Phosphorsäure vorgezogen. Gelbbleierz von Garmisch bei Partenkirch in den Bairischen Alpen kam eine Zeit lang in Handel, wovon das Pfund 48 kr. kostete (Pogg. Ann. 1852. 85. 450). Es lagert im Wettersteinkalke (Unterer Keuper) des Höllenthales in blattförmigen Gängen. Die schönsten Vanadiumhaltigen Varietäten kommen im Kalkstein von Bleiberg und Kappel in Kärnthen, Rezbanya, Przibram, Mexiko, Massachusets. Seltenheit bei Badenweiler am südlichen Schwarzwalde. Der morgenrothe Eosit von Leadhills (Jahrb. 1871. 163) hat ebenfalls viergliedrige Oktaeder, soll aber seines bedeutenden Vanadingehaltes wegen zwischen Molybdän- und Vanadinblei stehen.

4. Scheelbleierz Breith.

Wolframbleierz, Bleischeelat, Scheelitin. Tungstate of lead, Stolzit, nach Dr. Stolz, der zuerst die Zusammensetzung erkannte. Isomorph mit Gelbbleierz (Pogg. Ann. 8. 513), aber mit einer eigenthümlichen Hemiedrie.

4gliedrig, auf Quarz von Zinnwalde liegen kleine graue langgezogene Oktaeder P = a : a : c mit 99° 43′ Endkante und 131° 30′ Seitenkante, Säule m = a : a : ∞c, Oktaeder e = a : c : ∞a und unter P a : a : 2c kommen daran vor. Auch eine Hemiedrie wie beim Tungstein hat Naumann (Pogg. Ann. 34. 379) an glänzenden Krystallen beobachtet, die 1832 auf dem Zwieseler Stollen bei Berggießhübel vorkamen. Schon die einfachen Oktaeder zeigten eine eigenthümliche feine einseitige Streifung parallel der Oktaederkante. Hauptsächlich war aber die 4+4kantige Säule r = a : ½a : ∞c nur hälftig da, das wäre also eine quadratische Säule von Zwischenstellung. Dem entsprechend stumpfte dann der wahrscheinliche Vierkantner v = c : ½a : ⅔a blos einseitig die stumpfe Kante P/r ab, bildete daher ein Quadratoktaeder von Zwischenstellung. Die drei Flächen r, P und v dehnen sich öfter stark aus. Es kommen sogar Krystalle vor am einen Ende mit dem glänzenden Hauptoktaeder P, am andern mit dem nächsten stumpfern matten e; dazwischen liegen dann r, v und s = a : c : ⅓a aus der Endkantenzone des Hauptoktaeder.



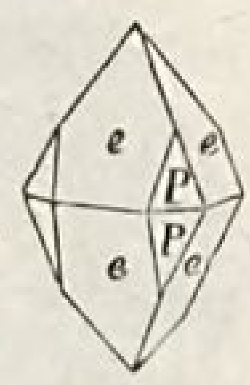
Gewöhnlich garbenförmig und kugelig. Etwas Fettglanz, und vorherrschend grau oder bräunlich. H. = 3, Gew. 8,1.

$\dot{P}b\,\dot{W}$ mit 51,7 Wolframsäure, 48,3 Bleioxyd, schmilzt leicht und erstarrt bei der Abkühlung zu einem krystallinischen Korn, dabei beschlägt sich die Kohle mit Bleioxyd; zeigt Reaction der Wolframsäure. Die Zinnsteingänge von Zinnwalde der Hauptfundort, auch zu Coquimbo in Chili. Derb rothbraun im Goldführenden Quarze von Domo d'Ossala in Piemont.

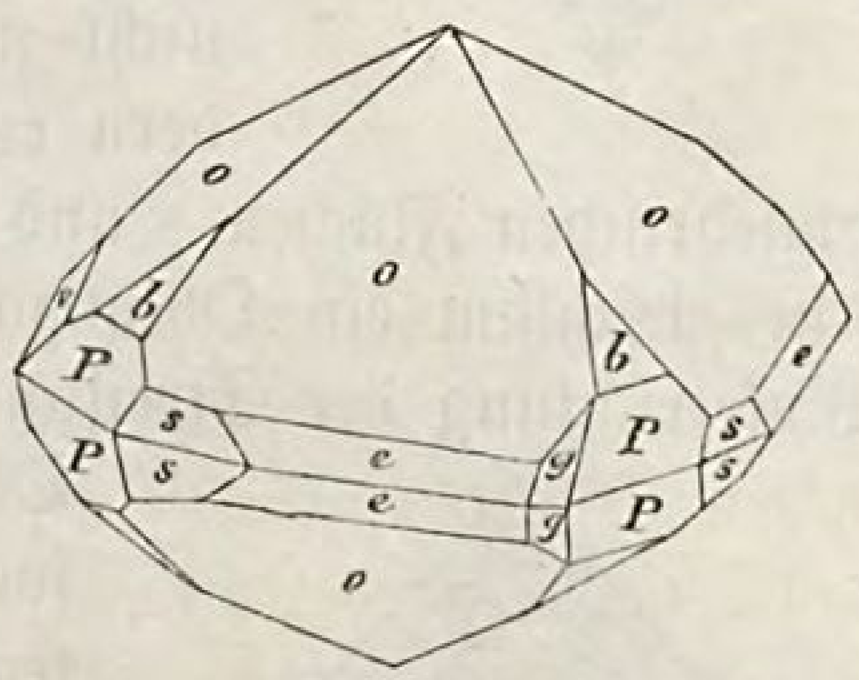
5. Tungstein.

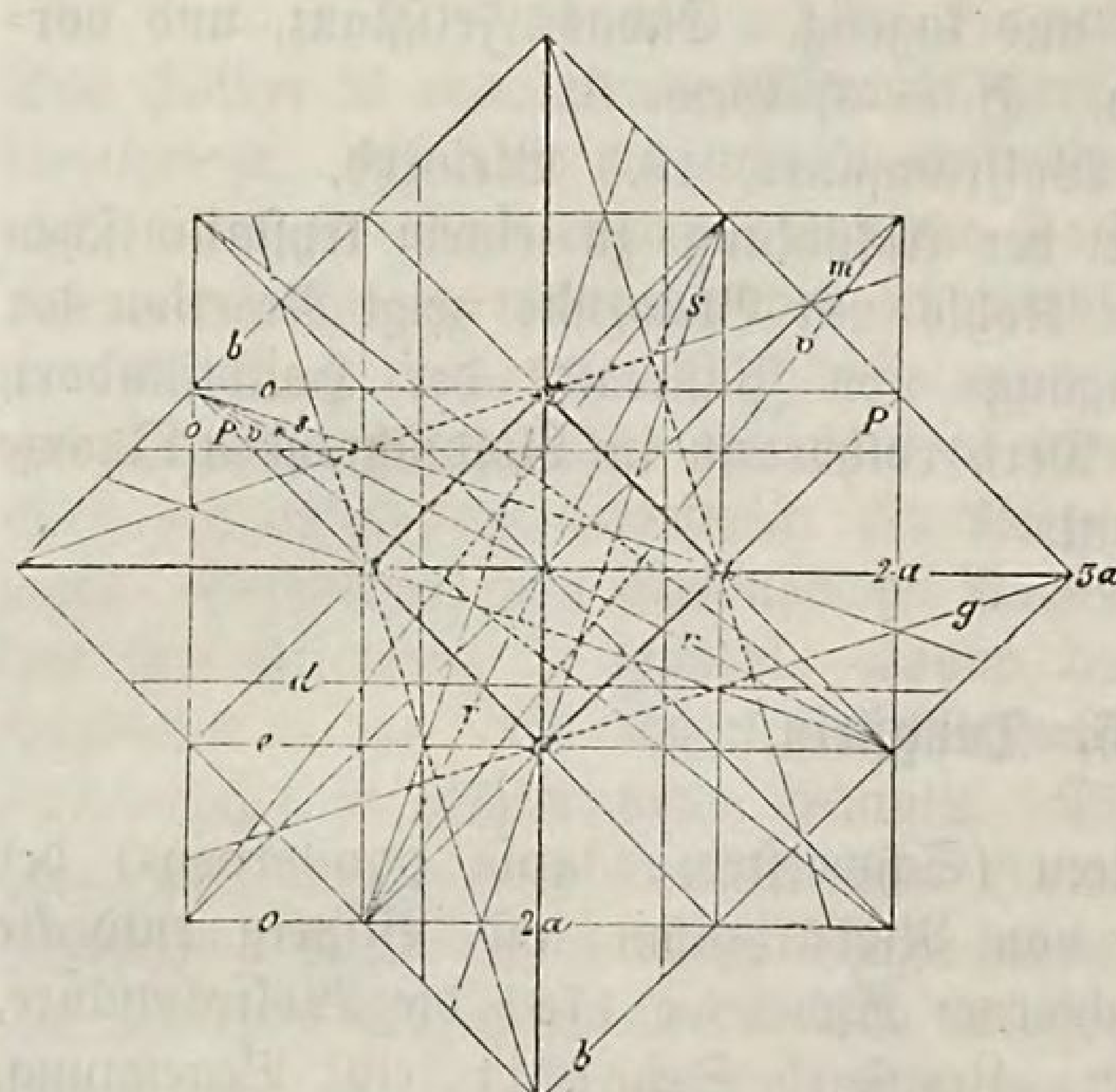
Im perlfarbigen Tungsteen (Schwerstein, lapis ponderosus) der schwedischen Magneteisenlager von Riddarhyttan und Bisperg entdeckte Scheele schon als junger schüchterner Apotheker 1781 die Wolframsäure, daher hieß es Karsten Scheelerz, Leonhard Scheelit, eine Benennung, die vielen „ein Stein des Anstoßes" war, Wiedenmann Handb. oryktogn. Theils der Mineralogie 1794 pag. 980. Die Bergleute kannten ihn schon längst als „weiße Zinngraupen", die Cronstedt 1758 § 208 noch zu dem Eisenkalk stellte. Chaux tungstatée. Dr. Max Bauer, Württ. naturw. Jahresheft 1871. 129.

4gliedrig und isomorph mit Scheelbleierz. Ein blättriges **Oktaeder** P = a : a : c mit 100° 40′ in den Endkanten und 129° 2′ in den Seitenkanten ist in den großen Stücken von Schlackenwalde in Böhmen zwar gut erkennbar, aber nicht mehr recht darstellbar. Dauber (Pogg. Ann. 107. 272) maß 130° 33′ Seitenkante, was c : a = 1 : 0,651 = $\sqrt{0,424}$ gibt. Das nächste stumpfere ebenfalls blättrige Oktaeder e = a : c : ∞a mit 108° 12′ in den Endkanten und 112° 2′ in den Seitenkanten herrscht gewöhnlich vor,



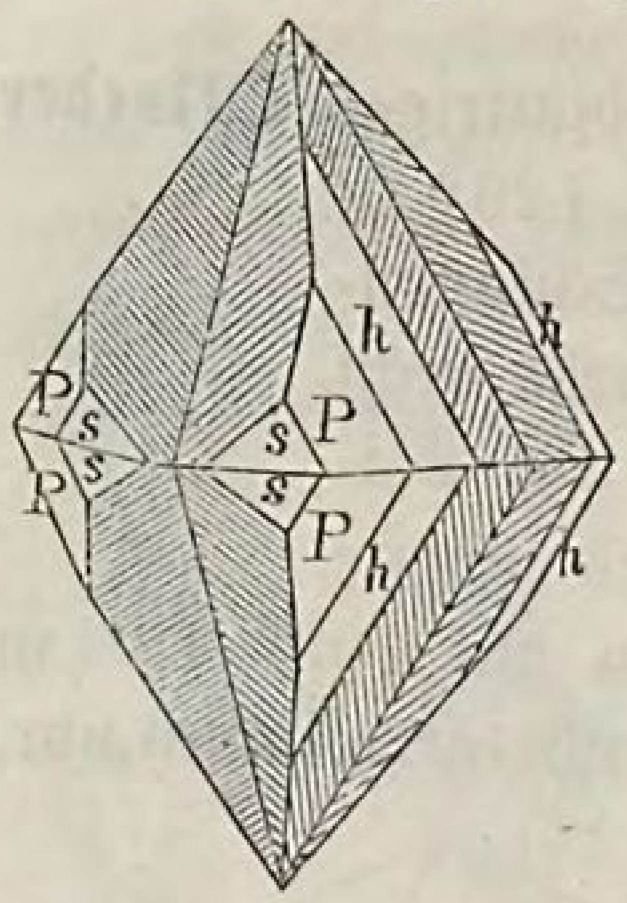
und sieht bei den kleinen Krystallen von Zinnwalde dem regulären Oktaeder sehr ähnlich. Es hat öfter feine Streifen nach der Diagonale d. h. nach einer Linie P/e; gröbere aber sehr charakteristische Streifung kommt bei Zwillingen nach s/e vor. Die Geradendfläche c = c : ∞a : ∞b scheint am blättrigsten zu sein, sie macht mit P 115½°. Schon Lévy (Pogg. Ann. 8. 516) erwähnt der Flächen b = a : a : ⅓c, o = a : ∞a : ½c und des Vierkantners s = a : c : ⅓a, welcher aber nur, gerade wie beim Scheelbleierz, auf der einen Seite des Quadranten vorkommt, auf der andern nicht; ebenso die seltenere g = a : c : 2a, welche gewöhnlich durch h = a : c : 3a vertreten sein soll. Beide stumpfen die Kante zwischen P/e ab, und sind Quadratoktaeder von Zwischenstellung, wie die punctirten Linien beistehender Projection deutlich zeigen. Die andere Hälfte

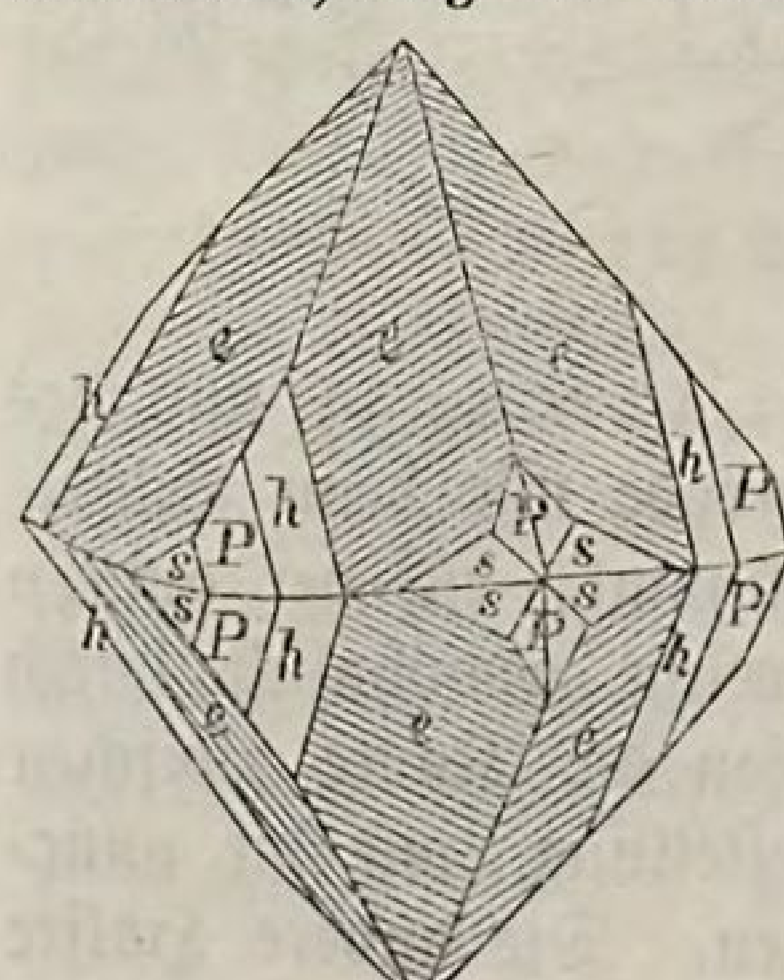




des 4kantners g würde Kante P/s abstumpfen, die Hemiedrie der beiden Vierkantner ist folglich entgegengesetzter Ordnung. Die krystallographische Uebereinstimmung dieser drei viergliedrigen Minerale ist folglich unverkennbar. Auffallender Weise werden Säulenflächen selten gefunden, doch gibt Bauer m = a : a : ∞c, n = a : ∞a : ∞c, q = a : 2a : ∞c, r = 3a : 4a : ∞c an. Dazu kommen dann noch die seltenen Flächen v = 2a : 2a, f = 4a : 4a, d = 5a : ∞a, i = a : 4a, **k = a : 5a**, l = a : 12a, t = 2a : $\frac{1}{2}$a, w = 3a : $\frac{3}{5}$a, x = $\frac{3}{2}$a : 6a, y = 5a : $\frac{5}{3}$a.

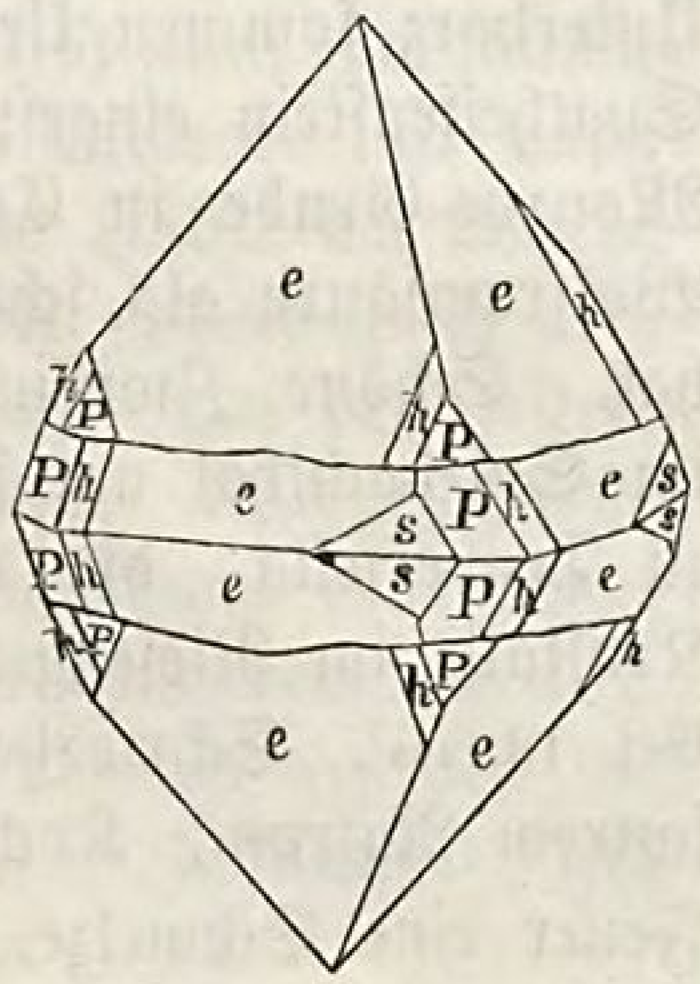
Zwillinge. Höchst eigenthümlich ist die Art, wie sich die Hemiedrie der kleinen Dioktaeder wieder ausgleicht; man hat das auch Zwillinge genannt, obwohl es Zwillinge ganz besonderer Art sind. Es kommen davon gewöhnlich blos die Oktaeder e, P und die Hälften der Dioktaeder s, h vor. Leider sind gute Krystalle selten, und meist mit der Hinterseite angewachsen, so daß man nur das Vorderende sieht. Nach nebenstehender Darstellung von **Mohs** bilden die Flächen s und h je ein Rhombenoktaeder. Es sind also nicht zwei Individuen, die sich durchdrangen, sondern ein und dasselbe Individuum hat seine je vier hemiedrischen Flächen s und h in **zweigliedrige** Ordnung gelegt. Oktaeder e ist gleichsam ein Oblongoktaeder geworden, wie aus der verschiedenen Winkelrichtung der Streifung e/s folgt. Durch einfache Juxtaposition der Oktaederhälften kann das nicht erreicht werden, sondern man muß den Krystall parallel der zweiten Säule n = a : ∞a : ∞c in vier Viertel schneiden, und diese dann gemäß der Figur ordnen. Dagegen gibt **Bauer** ein Bild von **zweiundeingliedriger** Ordnung, was durch Hemitropie nach einer ersten Säulenfläche m = a : a : ∞c entstanden sein würde: der Krystall ist jetzt vorn, wo die s/s, anders als hinten, wo die h/h neben P auftreten, während links und rechts P h s in ihrer gewöhnlichen Ordnung



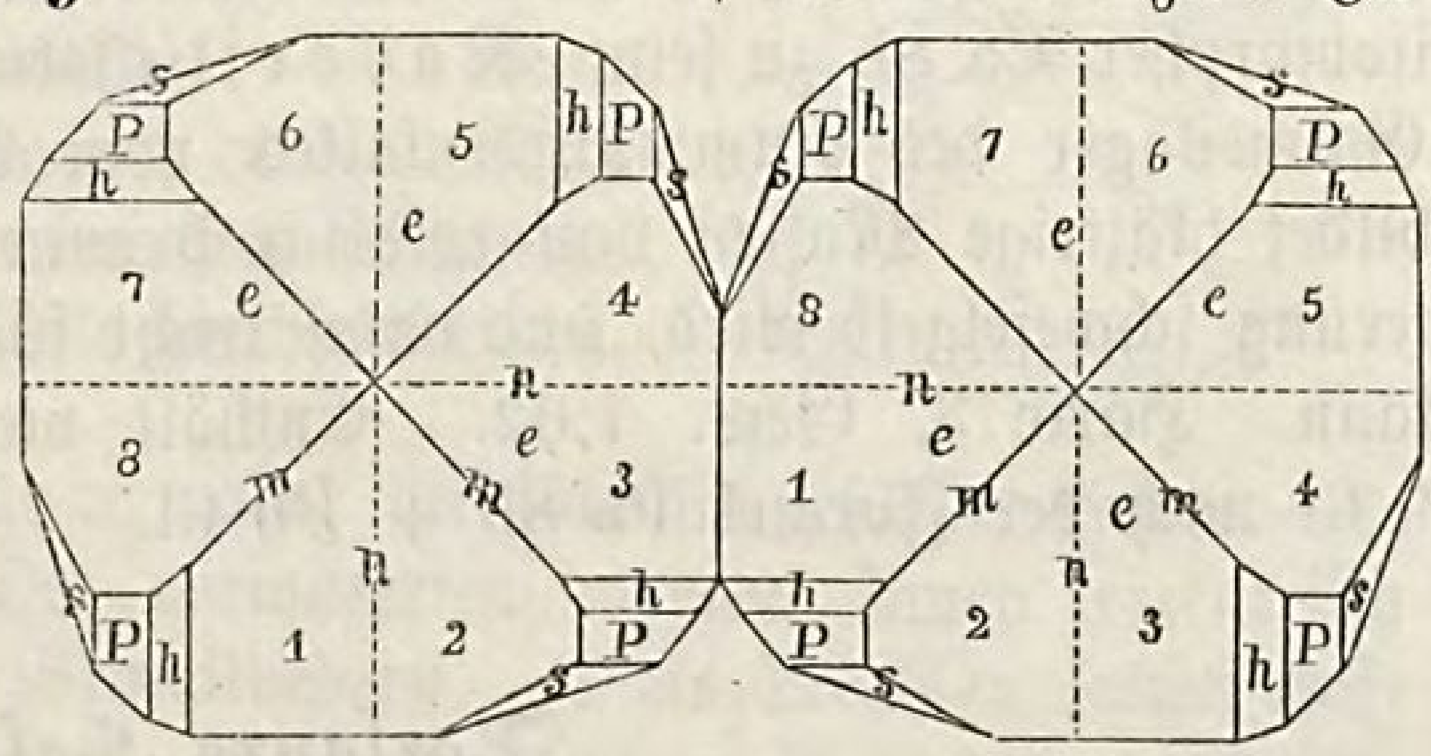


bleiben. Der Krystall ist unwahrscheinlich, denn hier ist einer Fläche m widerfahren, was der andern gleichwerthigen m auch hätte widerfahren sollen. Dächten wir uns das Exemplar nach m geviertelt, so könnten wir die vier Stücke wieder so in einander bringen, daß das Rhombenoktaeder s/s vorn und hinten, und das Rhombenoktaeder h/h links und rechts in den Ecken aufträte.

Die **Ueberschiebungen** zeigen in interessanter Weise, wie selbstständig die Hemiedrieen sind: das abgestumpfte Mittelstück zeigt seine Flächen e P s h in gewöhnlicher Ordnung, woran die Flächen s und h nur einseitig auftreten; die Spitzen oben und unten dagegen gehören einem zweiten Individuum an, das seine h in denjenigen Oktanten legt, wo das Mittelstück seine h nicht hat. Es sollen nun sogar, wie bei den sogenannten Viellingen, Beispiele vorkommen, woran sich die wechselseitige Lagerung mit n Individuen wiederholt, wobei dann die Oktaederflächen von $P P_1 P_2 \ldots P_n$ und $e e_1 e_2 \ldots e_n$ einspiegeln, von den Dioktaedern dagegen nur $h h_2 h_4 \ldots h_n$ und $h_1 h_3 h_5 \ldots h_{n+1}$ 2c. Hier hätten wir also dann zwei Individuen, die sich in zahllose Platten zerschlügen, wovon die geraden und die ungeraden mit allen ihren Gliedern absolut parallel lägen.



Einen **wirklichen Zwilling** bekommt man nur, wenn man zwei Individuen je in acht Theile nach den Säulen m und n theilt, und sie zurecht schiebt, wie es nebenstehendes Schema zeigt: setzen wir z. B. 1 an 1, 3 an 3, 5 an 5, 7 an 7 mit m aneinander, so geben h/h an den vier Ecken ausspringende, und wenn s/s auftreten einspringende Winkel. Die Zahlen 2, 4, 6, 8 liefern dagegen umgekehrt für s/s ausspringende und für h/h einspringende Winkel. Für den Kenner sind keine Schwierigkeiten, durch parallele Verrückung dieser Stücke können alle möglichen Bilder erzeugt werden.



Fettglanz, meist weiß oder braun, durchscheinend. Härte 4—5, Gew. 6,02. Afterkrystalle nach Wolfram, Jahrb. 1868. 809.

Ċa Ẅ nach Klaproth (Beiträge III. 47) mit 77,7 Ẅ und 17,6 Ċa; die Schlesischen haben 80,1 Ẅ. Die Formel verlangt 80,6 Ẅ. Vor dem Löthrohr schmilzt er nur an den Kanten, und gibt keinen Bleibeschlag, wodurch er sich leicht vom Scheelbleierz unterscheidet. Die in Alkalien lösliche Wolframsäure erkennt man auf nassem Wege: Salzsäure zieht aus dem gepulverten Mineral Kalk aus und gibt einen citronengelben Niederschlag von Ẅ, der durch Lichteinwirkung grün wird. Wirft

man einen Eisendraht hinein, so erzeugt sich blaues $\ddot{W}\,\ddot{W} = W^2\,O^5$. Nach Bernoulli Metawolframsäure, die sich auf nassem Wege gebildet habe (Pogg. Ann. 111. 602).

Auf dem Quarz von Zinnwalde finden sich mehrere Linien lange diamantglänzende braune Krystalle. Schön weiß sind die derben bis faustgroßen späthigen und krystallisirten Stücke von Schlackenwalde, die sich zuweilen wie Kappquarz schaalig absondern; bei Neudorf auf dem Unterharz kommen kleine oraniengelbe Oktaeder e P mit Wolfram in den Spatheisenstein eingesprengt vor; auf den Zinngruben von Cornwallis, Monroe-Grube in Connecticut, hier in solcher Menge, daß man die Wolframsäure als schöne gelbe Farbe in den Handel zu bringen versucht hat. Schöne Zwillinge zu Framont in den Vogesen (Jahrb. 1861. 184); im Sulzbachthal am Fundorte der Epidote; 4″ große scharfe Oktaeder zu Traversella, die wohl 1 ℔ wiegen könnten (Jahrb. 1861. 493); gelbe Krystalle im Riesengebirge am Kiesberge bei Groß-Aupa (Ztschr. d. geol. Ges. 19. 493). Schriesheim am Odenwalde (Jahrb. 1864. 819). Mit Wolframsaurem Natron, Kochsalz und Chloriden der Basen bekommt man im Feuer eine Schmelze, die mit Wasser ausgelaugt $\dot{Ba}\,\ddot{W}$, $\dot{Mg}\,\ddot{W}$, $\dot{Zn}\,\ddot{W}$, $\dot{Cd}\,\ddot{W}$, Scheelblei und Tungstein in Krystallen zurückläßt (Götting. Gelehrt. Anz. Nachr. 1861. 227).

Romeït (Pogg. Ann. 56. 124) von St. Marcel in Piemont in Gesellschaft des Manganepidot, nach Romé de l'Isle genannt. Kleine hyacinthrothe viergliedrige Oktaeder mit 110° 50′ in den Seitenkanten; scheint isomorpher $\dot{Ca}\,\ddot{Sb}$ zu sein. Nadorit (Jahrb. 1871. 638) in einem braunen Galmeilager des Nummulithenkalkes vom Gebel Nador in Constantine bildet blättrige Massen von röthlich brauner Farbe, die durch Verwitterung schwefelgelb wird, und dann leicht für Gelbbleierz gehalten werden kann. Härte 3, Gew. 7,02. Enthält viel Blei, 37,4 Antimonoxyd, 9 Cl nach der Formel $\dot{Pb}\,\ddot{Sb} + Pb\,Cl$.

Borsaure Salze.

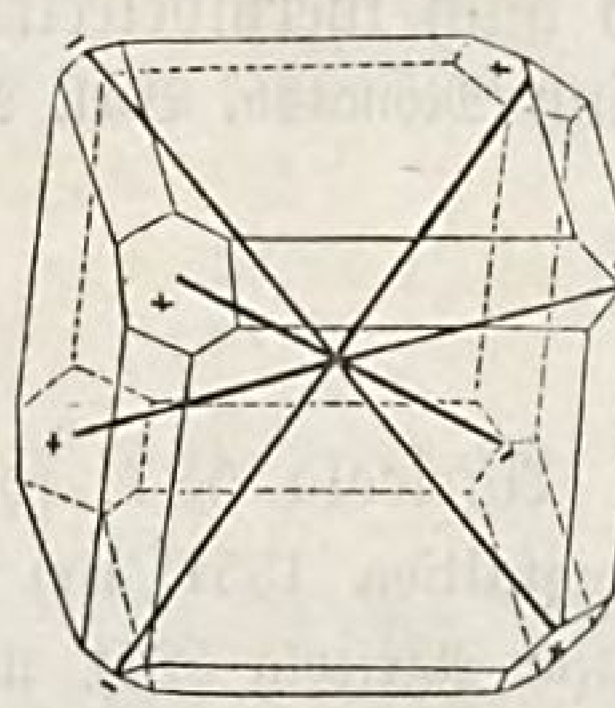
Borsäure $\dddot{B}$ haben wir schon oben beim Datolith pag. 424, Turmalin 394 und Axinit pag. 400 kennen gelernt, wo sie neben Kieselsäure auftrat, mit der sie in merkwürdiger chemischer Verwandtschaft steht. Die grüne Farbe, welche sie der Löthrohrflamme ertheilt, läßt sie im Allgemeinen leicht erkennen. Nach Simmler (Pogg. Ann. 115. 250) zeigt das Spectrum 4 gleich breite Linien in gleichen Abständen, wovon 3 grün und 1 blau. Damit fand sich die Borsäure im Cyanit und namentlich auch in den Muttergesteinen von Axinit, Turmalin, Cyanit ꝛc. am St. Gotthardt.

1. Boracit Wr.

Zu Lüneburg waren sie längst unter dem Namen **Würfelsteine** bekannt, und Lasius beschrieb sie 1787 als cubischen Quarz, worauf dann Westrumb die Borsäure darin nachwies. Magnésie boratée, Borate of Magnesia. Volger Monographie über den Boracit.

Reguläres Krystallsystem mit tetraedrischer Hemiedrie. Im Allgemeinen herrscht der Würfel vor, doch finden sich auch vollständige Granatoeder, so schön als irgend wo; dagegen das Oktaeder nur untergeordnet und zwar hälftflächig (tetraedrisch), die eine Hälfte der Würfelecken abstumpfend, die andere nicht, oder wenn die andere auch abgestumpft, so sind dieselben physikalisch verschieden (matt) von den erstern. Meist verbinden sich alle drei Körper mit einander. Andere Flächen selten und klein. Doch findet man eine feine Abstumpfung der abwechselnden Granatoederkanten, welche dem hälftflächigen Leucitoeder a : a : $\frac{1}{2}$a angehört. Pyramidenwürfel 130. Haidinger (Pogg. Ann. 8. 511) gibt auch die tetraedrische Hälfte des 48flächner a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$a an. Zwillinge. Flächeneindrücke rühren von Anhydrit her.

Für Physiker sind die „Lüneburger Würfel" seit Hauy besonders interessant, weil sie vier thermoelektrische Axen haben, welche den 4 Dimensionen von Würfelecke zu Würfelecke entsprechen: die Ecken mit großen glänzenden Flächen antilog (+), die ohne oder mit kleinen matten Flächen analog (—). Beim Erwärmen werden alle Ecken zugleich erregt. Nach Hankel sollen während ununterbrochen steigender wie sinkender Temperatur die Pole wechseln (Pogg. Ann. 74. 281).



Farblos, graulich, grünlich ꝛc., aber nie intensiv gefärbt; Härte = 7, Gew. 2,955. Glasglanz. Die verwitterten werden innen excentrisch strahlig, besonders bei matten Granatoedern. Diese Strahlen sollen wasserhaltig sein, und sind von Volger (Pogg. Ann. 92. 86) **Parasit** genannt. Sie sind zugleich der Grund, daß die Krystalle das Licht polarisiren. $2\,\dot{M}g^3\,\ddot{B}^4 + Mg\,Cl$ mit 62,5 Borsäure, 26,9 Magnesia, 8 Chlor, 2,7 Magnesium. In der Pincette färbt er die Flamme deutlich grün. Auf Kohle kugelt er sich unter Schäumen zu einer krystallinisch strahligen Masse. Das Chlor wurde lange übersehen, bis der Staßfurtit darauf führte (Jahrb. 1866. 334). Es gibt auch gelbe und grüne Eisenstaßfurtite mit $\dot{F}e^3\,\ddot{B}^4$, Jahrb. 1865. 329.

Um und um krystallisirt im Gypse von Lüneburg (am Kalkberge und Schildsteine) und des Seegeberges in Holstein, für Krystalle lange die einzigen Fundorte, bis sich neulich auch sehr klare Würfel im Salze von Staßfurt fanden, die aber das Licht polarisiren. Strahlig fasrige Massen, seidenglänzend und rundlich gruppirt im Keupergyps von Luneville. Bei Staßfurt (Provinz Sachsen) hat sich in einem Bohrloche des

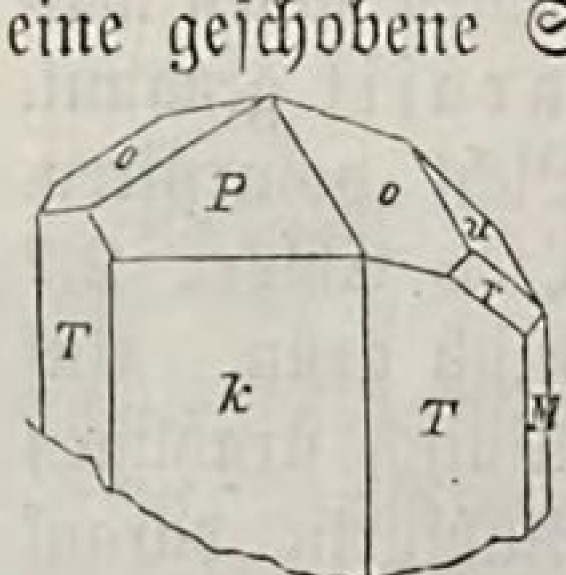
Salzgebirges ein fast schneeweißes Lager von derbem Borazit gefunden (Pogg. Ann. 70. 562). Die dichte Masse schmilzt leichter, wiegt 2,91, enthält 1 Atom Wasser, und erscheint gepulvert unter dem Mikroskop säulenförmig. G. Rose (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1856. VIII. 156) nannte sie daher Staßfurtit. Doch soll das Wasser von anhängendem Chlormagnesium herrühren, und da die Blättchen das Licht nicht doppelt brechen, so werden die kreideweißen Knollen wieder für Boracit gehalten. 1872 gewann man davon 500 Ctr. Der Lüneburgit von Lüneburg (Jahrb. 1871. 175) hält ansehnliche Phosphorsäure. Der schwarzgrüne Ludwigit von Morawitza im Banat (Tschermak, Mineral. Mitth. 1874. 59) ist mit Magneteisen versetzt, $3\,\dot{M}g\,\dddot{B} + \dot{F}e\,\dddot{F}e$. Der Szajbelyit von Cyclowa (Peters, Sitzb. Wien. Acad. 47. 347) ist im Wesentlichen Hydrat $3\,\dot{M}g^5\,\dddot{B}^2 + 4\,\dot{H}$, und kommt sporadisch im Marmor eingesprengt vor. Warwickit von Neuyork im körnigen Kalk ist $\dot{M}g^5\,\dddot{B}^3 + (\dot{M}g, \dot{F}e)\,\ddot{T}i$, Jahrb. 1875. 89.

Rhodizit, ῥοδίζειν röthen, Pogg. Ann. 33. 253, kleine weiße Granatoeder mit Tetraeder auf rothem Lithionturmalin von Schaitansk und Sarapulsk am Ural, färben die Löthrohrflamme grün ($\dddot{B}$) und später roth ($\dot{L}i$), in Salzsäure gelöst und mit Ammoniak und Oxalsäure versetzt, erfolgt ein Niederschlag von Kalkerde. Härte 8, Gew. 3,4. Sie sind auch thermoelectrisch (Pogg. Ann. 59. 332), daher ein Kalkboracit. Heintz (Monatsb. Berl. Akad. 1860. 466) stellte Boracit auf trocknem Wege dar.

2. Borax.

Agricola 587, soll aus dem arabischen Wort Baurach (Encelius de re metallica 1551. 112) entstanden sein. Die Inder nennen es Tincal (Tincar Agricola 587), unter welchem Namen es Wallerius aufführt. Soude boratée. Nach Agricola Chrysocolla der Griechen. Uralter Handelsartikel, gebrauchten schon die Babylonier zum Brodbacken.

2 + 1gliedriges Krystallsystem von augitischem Habitus: eine geschobene Säule T = a : b : ∞c, die vorn einen scharfen Winkel



von 87° hat, geringer Perlmutterglanz deutet blättrigen Bruch an. Durch die Abstumpfung der scharfen k = a : ∞b : ∞c und der stumpfen Kante M = b : ∞a : ∞c, ebenfalls blättrig, wird die Säule achtseitig; die blättrige und leicht darstellbare k herrscht in der achtseitigen Säule stets vor, was für optische Untersuchungen von großer Bequemlichkeit ist. Am Ende auf der Hinterseite herrscht das Augitpaar o = a' : c : ½b mit 122° 34' in der Mediankante. Die vordere Schiefendfläche P = a : c : ∞b macht mit den Säulenflächen T 101° 20' = P/T, mit o 139° 30' = P/o und ist daher 73° 25' gegen Hauptaxe c geneigt. Darnach finden sich die Axen

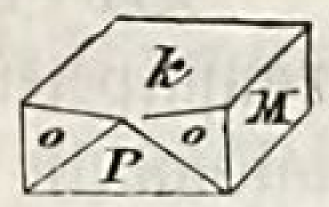
$$a : b : k = \sqrt{14{,}014} : \sqrt{12{,}619} : \sqrt{0{,}0132}$$

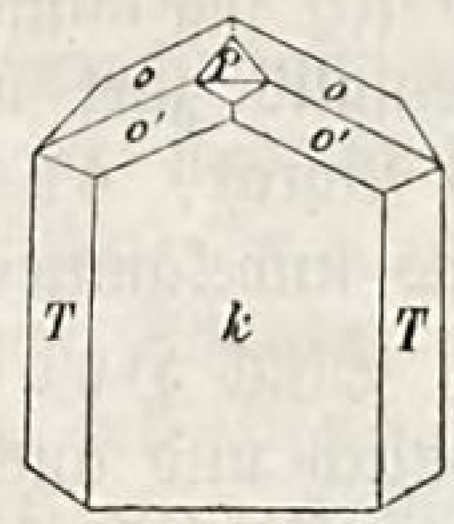
$$lga = 0{,}57328,\ lgb = 0{,}55053,\ lgk = 9{,}06009.$$

Wir setzen nämlich tg 43.30 $= \frac{b}{a}$, tg₁ 73.25 $= \frac{a}{1+k}$, tg₀ 61.17 $= \frac{b}{2a}\sqrt{(1-k)^2+a^2}$. Daraus folgt, wenn wir $a = tg_1\,(1+k)$ setzen,

$$k = -\frac{tg_1^{\,2}-1}{tg_1^{\,2}+1} + \sqrt{\left(\frac{tg_1^{\,2}-1}{tg_1^{\,2}+1}\right)^2 + \frac{4\,tg_0^{\,2}-(tg_1^{\,2}+1)\,tg^2}{(tg_1^{\,2}+1)\,tg^2}}.$$

Daß die Axe A sich nach vorn neige, folgt aus der Vergleichung mit Augit sogleich, A/c macht 91° 45′. Oefter wird die Kante o/T durch ein unteres Augitpaar $u = \frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b : c$ abgestumpft, und in der Diagonalzone von P liegt die steile Fläche $r = a : c : \frac{1}{8}b$, die Kante u/T abstumpfend. Diese Flächen, welche man bei vieler tübetanischer Handelswaare findet, kommen ebenfalls bei den **raffinirten** in Apotheken käuflichen vor, allein ihnen fehlt häufig die Säule T, statt dessen dehnen sich k und M zur Oblongsäule aus, worauf o/o und P das Ende bilden. Da wird man dann leicht versucht, o/o als Säule zu nehmen, gegen welche k eine vordere Schiefendfläche und P eine hintere schärfer laufende Gegenfläche bilden, analog den Flächen TPx beim Feldspath, und das würde ganz wohl gehen, wenn die Aehnlichkeit mit Augit nicht auch durch die **Zwillinge** unterstützt würde, welche die Säulenflächen kTM gemein haben und umgekehrt liegen. Sie kommen in großer Schönheit vor.





Optisch hat Borax ein hohes Interesse: die Ebene der optischen Axen (Pogg. Ann. 82. 50) entspricht nicht der Medianebene M, sondern einer vordern unter P gelegenen Schiefendfläche, welche mit der Hauptaxe c 55° macht, folglich wird Axe b, welche die stumpfen Säulenkantenwinkel T/T verbindet, zur optischen Mittellinie, die den Winkel der optischen Axen von 28° 42′ halbirt. Aber merkwürdiger Weise haben die Axenebenen der verschiedenen Farben eine verschiedene Neigung gegen c (Pogg. Ann. 26. 308).

Graulich weiß, oft etwas ins Grünliche, durchscheinend. H. = 2—3, Gew. 1,7. $\dot{Na}\,\ddot{B}^2\,\dot{H}^{10}$, Klaproth (Beiträge IV. 350) fand 37 Borsäure, 14,5 Natron und 47 Wasser. An der Oberfläche verwittert er ein wenig. Feine Aetzfiguren Pogg. Ann. 153. 76.

Vor dem Löthrohr mit Schwefelsäure befeuchtet eine deutlich grüne Flamme. Löst sich in 10 Theilen kalten und 6 Theilen warmen Wassers.

Früher kam er in großen Mengen aus Centralasien in den Handel. Er setzt sich daselbst besonders am Rande tübetanischer Seen (Teschu Lumbu) mit Steinsalz ab. Nach Oldham (Memoirs geol. Surv. India V. 131) brechen im Pugathal um die Quellen des Indus Wasser von 65° R hervor, denen er seine Existenz dankt. Die rohe Waare besteht aus Krystallen und Krystallgeschieben, welche in einer mit Fett gemischten Erde liegen, und in Venedig und Amsterdam raffinirt wurden. Seit jedoch die Borsäure in den Lagunen von Toskana gewonnen wird, bezieht man sie von

dort. Ungewöhnlich große Krystalle liefert neuerlich Californien, Jahrb. 1874. 716. Der geschmolzene Borax löst viele Metalloxyde, darauf beruht seine Anwendung beim Löthrohr und Löthen: zwei Metallstücke lassen sich nämlich durch Löthen nicht vereinigen, wenn die Löthflächen mit Oxyd bedeckt sind, Borax nimmt dieses weg. Auch in der Arzneikunde, Färberei, in der Gegend von Potosi (Quemason) sogar als Flußmittel von Kupfererzen angewendet. 1 Ctr. 60—65 Thlr.

Zwischen 79°—56° C erhält man oktaedrischen Borax $\dot{N}a\,\ddot{B}\,\dot{H}^5$ (Pogg. Ann. 12. 462) in dreigliedrigen Oktaedern, die daher optisch 1axig sich verhalten. Im Handel Juwelierborax genannt.

Borocalcit $\dot{C}a\,\ddot{B}^2\,\dot{H}^6$ (Hydroborocalcit, Tiza, Hayesin) mit Natronsalpeter von Iquiqe, schneeweiße seidenglänzende 2+1gliedrige Krystallnadeln mit 46 Borsäure. In den Lagunen von Toscana enthält er 4 Atom Wasser. Von demselben Fundorte stammt der höchst ähnliche Boronatrocalcit $\dot{N}a\,\ddot{B}^2\,\dot{H}^{10} + 2\,\dot{C}a\,\ddot{B}^2\,\dot{H}^4$ (Ulexit), zarte knollige Massen, welche oft Glauberitkrystalle einhüllen (Pogg. Ann. 1856. 97. 208). Sehr schwer im Wasser, leicht in Säure löslich. Von der Westküste Afrika's kommt neuerlich ein zur Boraxbereitung besonders wichtiger (1 Ctr. 30 fl.) sogenannter Rhodicit (Boraxkalk, Tincalcit) in Handel. Er ist ebenfalls zart blendend weiß und seidenglänzend, 1,9 Gew. und enthält 53 Borax, 41 Borsäure, Kalk, 3 Wasser, 2 Kochsalz, Glaubersalz ꝛc. Aus unbekannter Stelle im Kaukasus analysirte Heß (Pogg. Ann. 31. 49) ein Stück Hydroboracit $\dot{C}a\,\dot{M}g\,\ddot{B}^3\,\dot{H}^6$, strahlig blättrigem Gyps ähnlich und auch so hart, Gew. 1,9. Scheint 2+1gl. zu sein. Boromagnesit $3\,\dot{M}g^5\,\ddot{B}^2 + 4$ aq. Silicoborocalcit (Jahrb. 1868. 848) im Gyps von Brookville in Neuschottland enthält 15 Kieselsäure, Winkworthit von dort ist Schwefelsäurehaltig ꝛc.

3. Sassolin.

$\dot{H}^3\,\ddot{B}$. Höfer in Florenz gab 1778 schon Nachricht davon, daß er sich an den Rändern der heißen Quellen von Sasso und Travale bei Siena in Toscana bilde. Karsten nannte ihn nach dem Fundorte. Klaproth (Beitr. III. 95) wies darin nach Abzug der erdigen Theile 86 p. C. Borsäurehydrat nach, welches sich vor dem Löthrohr an der schön grünen Flamme leicht kenntlich macht.

Der vulkanische bildet kleine krystallinische Schüppchen von Perlmutterglanz, schneeweißer Farbe, Talkhärte, und Gew. 1,5. Fühlt sich fettig an. Hat einen deutlichen Blätterbruch, aber die Form ist noch nicht sichergestellt. Die künstlichen Krystalle von Sasso, welche in den Handel kommen, bestehen aus kleinen körnigen Krystallen, die wegen ihres deutlichen Blätterbruchs ein auffallend gypsartiges Ansehen haben. Es schimmert noch ein zweiter Blätterbruch heraus, aber die Krystallflächen sind durchaus undeutlich. Vergleiche übrigens Miller (Pogg. Ann. 23. 557), der künstliche Krystalle in sechsseitigen Säulen mit Geradendfläche und

dihexaedrischen Abstumpfungen bekam, die aber **eingliedrig** sind (Rammelsberg, Handb. kryst. Chemie 33). Optisch lassen sich die Blättchen bequem untersuchen, sie verhalten sich ungefähr wie einaxiger Glimmer, mit einer entschiedenen Hinneigung zum 2axigen.

Borsäure verflüchtigt sich unter Mitwirkung der Wasserdämpfe ein wenig, daher bedecken im Krater von Vulcano „die seidenartig glänzenden Schüppchen wie frischgefallener Schnee den rothgelben Selen-Schwefel“ auf den dortigen Laven. Technisch wichtig sind die 90°—120° C heißen Wasserdämpfe und Gasströme von Sasso (Suffioni), welche auf einem Gebiete von 2 Quadratmeilen aus 159 Boraxseen in weißlichen Wirbeln sich in die Luft erheben (Pogg. Ann. 57. 601), und aus 57 Bohrlöchern im eocenen Gypsgebirge mit der Gewalt eines geöffneten Dampfkesselventils hervorbrechen. Man errichtet darüber künstliche Wasserbecken (Lagoni), die durch die Dämpfe mit Borsäure angeschwängert werden. Die Wasser dampft man dann wieder mittelst der heißen Gase ab, und erhält so jährlich über 2 Millionen Kilogramm krystallisirter Säure, die Livorno ausführt. Das wirft ein Licht auf die Bildung von Borax in den hochasiatischen Seen. Dort erzeugt sich auch der gelbe erdige L a g o n i t $\ddot{\bar{F}}e\,\dddot{B}^3\,\dot{\bar{H}}^3$, es efflorescirt der L a r d e r e l l i t $\dot{A}m\,\dddot{B}^4\,\dot{\bar{H}}^4$ und andere Dinge mehr. Bis jetzt hatte Toscana das Monopol. Doch gewinnen die Amerikaner aus dem Clear Lake, einem 4000′ langen und 1800′ breiten Kratersee, bereits täglich 1500 Kg. rohen Borax, indem sie eiserne Kästen einsenken, und auspumpen, um zum Boraxreichen Schlamm zu gelangen. Der Boronatrocalcit von den Hotsprings nahe der Eisenbahn in Nevada bietet ebenfalls ein gutes Boraxfeld. Auch in Chili und Peru fängt man an denselben an Ort und Stelle zu verarbeiten, obschon der Kalk darin die Ausbeute beeinträchtigt. Das Meer mit seinem geringen Borgehalt ist wahrscheinlich die Mutterstätte dieses für Industrie so wichtigen Stoffes.

Chloride.

Nebst Bromiden und Jodiden. Das Hauptlager von Chlor bildet Steinsalz; auch spielt es in den Fumarolen der Vulkane eine Rolle. Direkte Versuche haben es zwar in Graniten und Laven nachgewiesen, aber doch nur in geringen Portionen, obwohl das Salz mit dem Wasser alle Klüfte und Fugen des Erdkörpers durchdringt. Im Buntbleierz, Apatit, Boracit, Sodalith war es ein wichtiger Beigehalt, der unwichtigen nicht zu gedenken. Auf trockenem Wege sucht man es durch die blaue Flamme des Kupfers kennbar zu machen pag. 186.

1. **Hornerz** Ag Cl.

Kerat. Ein reiches Silbererz, das schon Fabricius 1566 nur meinen konnte, wenn er von einem l e b e r f a r b e n e n S i l b e r e r z e spricht, „was

in Stücken gegen das Licht einen Schein als Horn hat." Matthesius 1585 nennt es Glaserz, „es ist durchsichtig wie ein Horn in einer Laterne" und schmilzt am Lichte. Pabst von Ohain nannte es daher und wegen der Aehnlichkeit mit dem künstlichen Hornsilber Hornerz. Silberhornerz. Argent muriaté. Fr. Moesta über das Vorkommen der Chlor-, Brom- und Jod-Verbindungen des Silbers in der Natur, Jahrb. 1870. 489.

Regulär in kleinen grauen Würfeln zu Johann-Georgenstadt. Schöner sind die künstlichen Oktaeder und Granatoeder aus einer Lösung von Ammoniak. Geschmeidig, durchscheinend, frisch farblos, wird aber am Lichte gelb, violet und zuletzt schwarz. Fettiger Diamantglanz. H. = 1, Gew. 5,5.

Klaproth (Beiträge IV. 10) wies bei dem muscheligen Hornerz von Peru 76 Ag und 24 Cl nach, was mit dem künstlichen vollkommen stimmt. Viele neuere Chemiker schreiben Ag Cl, weil sie das Atomgewicht des Silbers halbiren. Verunreinigungen an Thon, Eisenoxyd ꝛc. fehlen bei dem natürlichen nicht. Schmilzt sehr leicht, und reducirt (in der innern Flamme) sich leicht zu Silber. Das Schwärzen am Licht erklärte Gay-Lussac durch Austreten von etwas Chlor, was jedoch H. Rose läugnet. In kochender Soole löslich, was im Mansfeldischen zur Ausscheidung des Silbers benutzt wird. Auch in Wasser leichter löslich als in Salz- und Salpetersäure. Daher gibt Salzsäure mit Silbersalzen einen käsigen Niederschlag.

Mit gediegenem Silber hauptsächlich in den obern Teufen der Gänge, daher kam es dann auch im 16ten Jahrhundert auf dem Erzgebirge in reichen Anbrüchen vor. Im Mineralienkabinet von Dresden bewahrte man einst ein würflich geschnittenes Stück von mehreren Pfunden auf, was aus jener guten Zeit stammen mag. Ebenso liefern Mexiko, Peru, Chili Mengen zum Verhütten. In der Nevada liegen Chloride, Bromide, Jodide und Selenide in den Gängen über der Wasserlinie, darunter geht Schwefel in alle Verbindungen ein. Zu Schlangenberg im Altai bildet es blechartige Anflüge auf Hornstein. Die große Verwandtschaft von Chlor zum Silber ist davon die Ursache. Silbermünzen im Erdboden, auf dem Meeresgrunde ꝛc. sollen häufig Chlor anziehen. Salpetersaures Silber bildet daher ein so wichtiges Reagenzmittel für Chlor, Ammoniak löst das Chlorsilber; ebenso unterschwefelsaures Natron, während Jod- und Bromsilber davon nicht angegriffen wird, worauf die Photographie beruht. Es schmilzt bei 260° C., und liefert erkaltet eine ganz ähnliche Masse, wie das derbe natürliche Vorkommen.

Das Buttermilchsilber (Klaproth Beitr. I. 128) ist ein mit Thon gemengtes Erz von 33 p. C. Hornerzgehalt, von bläulichgrauer Farbe und glänzendem Strich. Es kam schon 1576 und 1617 auf der Grube St. Georg zu Andreasberg mit Kalkspath und Kreuzstein vor. Auf Jakobsglück mußte es mit Kellen geschöpft werden, und die Stollenwasser incrustirten die Pflanzen. Gänseköthigsilber scheint nur unreines Chlor-

silber zu sein. Dagegen kommen im südlichen Peru bei Huantajaya kleine glänzende Würfel vor mit 89 Na Cl und 11 Ag Cl, Huantayayit (Jahrb. 1874. 174).

2. Jodsilber Ag J.

Jodargyrit. Jodit. Vauquelin (Pogg. Ann. 4. 365) fand das Jod zuerst im Silbererz der Provinz Zacatecas in Mexiko, nachdem es vorher schon Fuchs (Schweigger's Journ. 37. 445) im Steinsalz von Hall in Tyrol und Angelini in der Soole von Sales in Piemont nachgewiesen hatten. Denn nach Stromeyer zeigt Stärkemehl noch einen Gehalt von $\frac{1}{450000}$ Jod an, ja nach Chatin läßt sich selbst ein Zehnmilliontel Jodkalium im Wasser nachweisen. Jod fand sich seit der Zeit nicht nur in den verschiedensten Quellen, in Gebirgsarten (Posidonienschiefer des Lias in Schwaben, Württemberg. Jahreshefte VI. 140), im Nassauer Phosphorit, im Ruß der Steinkohlen, sondern selbst in der Luft. Auch das Silber ist ein empfindliches Reagenz für den merkwürdigen Stoff, der wegen seiner Veränderung gegen Licht in der Daguerrotypie eine so wichtige Rolle spielte. Ohne Zweifel ist das Meer die Quelle, wenn man es auch darin noch nicht direct nachweisen konnte (Bischof chem. Geol. II. 1563). Daher findet es sich auch in der Mutterlauge des Chilisalpeters.

Nach Descloizeaux (Ann. Chim. phys. 3. sér. 40. 85) bei Chanarcillo in Chili dihexaedrische Tafeln, sehr deutlich blättrig nach der Geradendfläche. Ein Dihexaeder mit 118° in den Endkanten stumpft die Endkanten in der regulären sechsseitigen Säule ab. Von der Form des Greenockit.

Die Farbe des Jodsilbers ist gelblich, durchscheinend, mit Geschmeidigkeit und glänzendem Strich, Härte = 1, Gew. 5,5. Ertheilt der Flamme Purpurfarbe, und schmilzt sehr leicht unter Entwickelung von Joddämpfen. Vauquelin fand im Mexikanischen 18,5 Jod, es kommt daselbst im Serpentin vor; Domeyko im Chilenischen 46,9 Jod (Ann. des mines 4. sér. 1844. tom. VI. 160), dasselbe verändert am Licht nicht seine Farbe, wie das künstliche, ist nicht so geschmeidig, und von blättriger Structur. Guadalaxara in Spanien, Coquimbo, Copiapo, Mexico.

Jodquecksilber, von del Rio zu Casas Viejas in Mexiko gefunden, und daselbst als rothe Farbe benützt, wird jetzt bezweifelt, und für Chlorselenquecksilber gehalten, Jahrb. 1866. 413. Das künstliche Quecksilberjodid Hg J zeigt nach Mitscherlich (Pogg. Ann. 28. 116) einen interessanten Dimorphismus und Farbenwechsel: sublimirt man nämlich Quecksilberjodid, so bekommt man zweigliedrige rhombische Tafeln von 114°, warm sind sie schön gelb, kalt werden sie aber plötzlich und ruckweise intensiv roth. Einige Blätter, die gelb zurück bleiben, nehmen auch bei geringer Erschütterung die rothe Farbe an. Die rothen Krystalle bekommt man, wenn man in einer nicht zu concentrirten Auflösung von Jodkalium Quecksilberjodid beim Kochpunkt desselben auflöst. Es sind viergliedrige Tafeln von 141° in den Seitenkanten. Jodblei

Pb J + $\dot{P}b^2$ von Chanarcillo bildet gelbe Massen im Bleiglanz, Jahrb. 1867. 159. Jod wird hauptsächlich aus Kelp (Fucus) in England und Frankreich dargestellt, eine Industrie, die durch das Sinken der Kalipreise sehr gelitten hat.

3. Bromsilber.

Bromargyrit, Bromit, das unreine wird als Plata verde (grünes Silber) im Distrikt von Plateros bei Zacatecas verhüttet (Pogg. Ann. 54. 585). Isomorph mit Hornerz, und auch in kleinen Würfeln und Oktaedern bekannt. Stark glänzend, olivengrün bis gelb, H. = 1—2, Gew. 6,3. Auch im Hornerz von Huelgoeth in der Bretagne verrathen kleine grünliche Körner den Bromgehalt. Nach Domeyko kommt in den Pacos (eiserner Hut) von Chanarcillo bei Coquimbo in Chili reines Bromsilber Ag Br mit 57,5 Brom vor, gewöhnlich sind es aber Chlorobromure, und eines davon nannte Breithaupt

Embolit (Ἐμβόλιον Einschiebsel, Pogg. Ann. 77. 134), das nach Plattner aus 2 Ag Br + 3 Ag Cl mit 20 Br und 13 Cl besteht. Feste Verhältnisse scheinen nicht Statt zu finden, daher unterschied Breithaupt auch einen Megabromit und Mikrobromit mit viel und wenig Brom. Zu Troitzk im Orenburgischen 3 Ag Br + 2 Ag Cl, Jahrb. 1876. 167.

Die Verbreitung des Broms knüpft sich eng an die des Jod's und Chlor's, namentlich kommt es auch in dem Meere und Steinsalzbildungen vor. Brüel fand in alten griechischen, römischen und sächsischen Münzen des 13ten Jahrhunderts neben Chlor auch einen Bromgehalt. Bekanntlich nennen die mexikanischen Bergleute die obern Teufen der Silbergänge Colorados (Pacos der Peruaner), wo die Erze in Folge von Zersetzung gefärbt sind, im Gegensatz von den tiefern Negros, wo die geschwefelten Erze (Bleiglanz, Blende, Glaserz 2c.) noch unzersetzt liegen. Aber gerade in den veränderten Colorados spielen neben gediegenem Silber die Chlor-, Brom- und Jodverbindungen ihre Rolle. Es ist daher mehr als wahrscheinlich, daß diese im heutigen Meere noch vorhandenen Substanzen den Gängen von außen zugeführt wurden. Hier kommt auch das Grausilber $\dot{A}g\,\ddot{C}$ pag. 529 vor.

Das Brom, in der Natur viel verbreiteter als Jod, wurde früher auch aus Kelp dargestellt, und namentlich aus den französischen Salinen bezogen. Doch seit man es als Nebenprodukt bei der Staßfurter Kaliindustrie gewinnt, sind die Preise schnell auf 3 M. das Pfund gesunken, da es in der Großindustrie noch keine Anwendung findet. Freilich ist auch schon jetzt Amerika ein gefährlicher Concurrent geworden. Jod-, Brom- und Chlorsilber mit Schwefelwismuth auf Kohle oder in Glasröhren behandelt gibt rothen, gelben und weißen Beschlag, respective von Jod, Brom- und Chlorwismuth, die sehr flüchtig sind, Berg- und Hüttenz. 1876. 106.

4. Hornquecksilber.

Quecksilber-Hornerz Werner's, Mercure muriaté. Quecksilberchlorür $Hg^2 Cl = Hg Cl$ von der Zusammensetzung des künstlichen Kalomel.

4gliedrig. Die künstlichen bilden lange blättrige 2te quadratische Säulen a : ∞a : ∞c mit einem Oktaeder a : a : c von 136° in den Seitenkanten, also ähnlich dem Zirkon. Am Landsberge bei Moschel (Hessenberg Abh. Senck. Nat. Ges. 1854. I. pag. 24) in der Rheinpfalz kommen sie mit gediegenem Quecksilber in kleinen Drusenhöhlen von Brauneisensteinhaltigem Kalkstein vor, welche Schrauf (Jahrb. 1874. 85) sehr flächenreich fand, und worunter auch die gewöhnlichen Zwillinge sich finden. Die kurzen kleinen perlgrauen Krystalle gleichen dem Hornerz, lassen sich aber zu Pulver zerbrechen, obgleich sie mild sind. H. = 1—2, Gew. 6,5.

85,1 Quecksilber, 14,9 Chlor. Vor dem Löthrohr verflüchtigen sie sich, ohne nur vorher zu schmelzen, und bedecken die Kohle mit Sublimat stark weiß. Die complicirten Krystalle, welche Brooke maß, stammten von Almaden. Ein wichtiges pharmaceutisches Präparat.

Das giftige künstliche Quecksilberchlorid Hg Cl ist dimorph (Pogg. Ann. 28. 110): das aus einer Alkohollösung krystallisirte hat 2gliedrige Tafeln M = a : b : ∞c 108° 5′, Oktaeder a : b : c, Zuschärfung auf die scharfe Säulenkante aufgesetzt, A = b : c : ∞a mit 93° 48′ im Axenpunkte c, Geradendfläche P = c : ∞a : ∞b. Das aus $\dot{H}g \ddot{S} + Na Cl$ durch Erhitzen dargestellte Sublimat ist zwar auch zweigliedrig, aber in andern Winkeln. In Wasser und Weingeist leicht löslich.

5. Hornblei Karsten.

Bleihornerz, Phosgenit. Es wurde zu Matlock in Derbyshire gefunden, und schon von Klaproth Beitr. III. 141 analysirt, Murio-carbonate of lead.

Viergliedrig. Die quadratische Säule M = a : ∞a : ∞c ist blättrig, auch die Geradendfläche P = c : ∞a : ∞a, und diese beiden herrschen vor. Das Oktaeder a = a : a : c mit 113° 48′ in den Seitenkanten stumpft die Ecken ab; d = a : a : ∞c, e = a : $\frac{1}{2}$a : ∞a, b = a : c : $\frac{1}{2}$a, n = a : a : 8c, r = a : a : $\frac{3}{2}$c, a : a : $\frac{5}{2}$c. Nach Kokscharow c : a : a = 1,0876 : 1 : 1, Jahrb. 1866. 226.

Diamantglanz, grau, gelblich und grünlich, milde, H. = 2—3, G. 6,3.

$Pb Cl + \dot{P}b \ddot{C}$ mit 51 Chlorblei und 49 kohlensaurem Blei. Im Dachletten der Galmeigrube Elisabeth von Miechowitz bei Beuthen pag. 529 kommen nach Krug v. Nidda (Zeitschr. deutsch. Geol. Ges. II. 126) bis 3 Zoll große, trübe, bauchige Krystalle vor, die sich theilweis oder ganz in kohlensaures Blei verwandelt haben. Monte Poni auf Sardinien, zu Cromford in Derbyshire in den herrlichsten durchsichtigen Krystallen von 2 Zoll Breite und $\frac{1}{2}$ Zoll Höhe. Dufrénoy bildete sie auch von der Grube Hausbaden am südlichen Schwarzwalde ab. In den Laven des Vesuvs. In

den Thermen von Bourbonne les Bains haben sie sich seit Römerzeit gebildet.

Das reine künstliche Chlorblei $Pb\,Cl$ ist von Schabus (Sitzungsbericht Kais. Akad. Wiss. Wien 1850, April pag. 456) 2gliedrig beschrieben worden. In den Laven des Vesuvs kommen kleine weiße Krystalle vor (Cotunnia Monticelli Miner. Ves. 47, Cotunnit), die vor dem Löthrohr leicht schmelzen, die Kohle weiß beschlagen, aber zugleich einen Bleirauch geben. Wahrscheinlich Sublimation von Chlorblei, das sich bei dem großen Ausbruch 1822 am Vesuv erzeugte, 1855 in der Fossa Vetrana wieder in ansehnlicher Menge gebildet wurde, aber mit dem dortigen Hornblei nicht zu verwechseln ist.

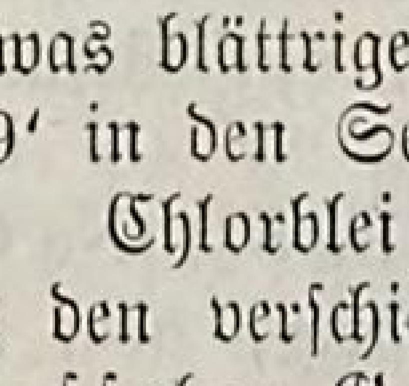
Mendipit (Berzelit Lévy II. 448) aus den Mendip-Hügeln bei Churchill in Sommersetshire ist $Pb\,Cl + \dot{P}b^2$. Strohgelbe derbe Stücke mit zwei deutlich blättrigen Brüchen, welche eine rhombische Säule von 102° 27′ bilden, Demantglanz, Gew. 7, H. = 2—3. Kommt auch neuerlich in weißen derben blättrigen Stücken zu Brilon in Westphalen vor. Scheint im Jodblei pag. 616 ein Seitenstück zu finden.

Matlockit $Pb\,Cl + \dot{P}b$ (Rammelsberg Pogg. Ann. 85. 144) auf alten Halden von Cromford Level bei Matlock sparsam gefunden. 4gliedrig, etwas blättrige quadratische Säule mit Geradendfläche, und Oktaeder 136° 19′ in den Seitenkanten. Darf nicht mit Hornblei verwechselt werden.

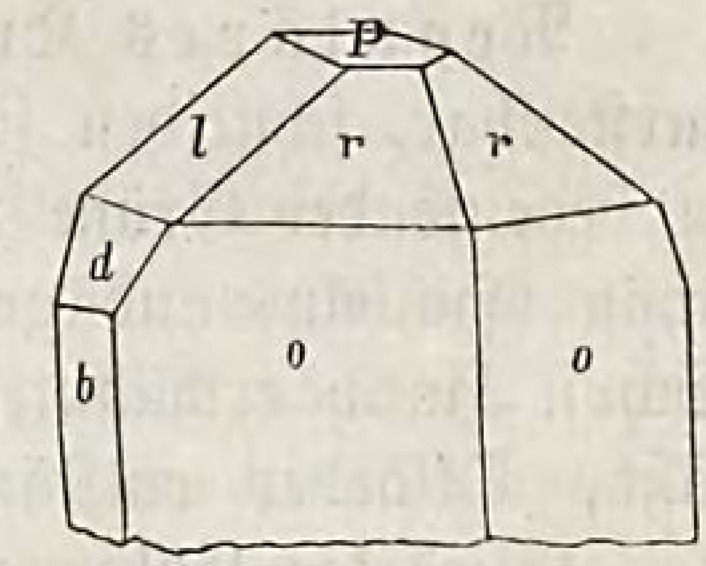
Chlorblei schmilzt bekanntlich leicht mit Bleioxyd zusammen, und zwar in den verschiedensten Verhältnissen, dahin gehört unter anderen das Casseler Gelb $Pb\,Cl + \dot{P}b^7$, eine strahlig blättrig gelbe Masse.

6. Salzkupfererz Wr.

Dombey brachte aus den Bergwerken von Copiapo einen grünen Streusand (Arenilla) mit, welchen Blumenbach Atacamit nannte, weil ihn die Indianer in der Wüste Atacama gefunden haben wollten (Mémoir de l'Academ. des Sc. Par. 1786. pag. 153). Schon Vauquelin wies darin Salzsäure nach, daher Cuivre muriaté. Smaragdochalcit Hausmann. Dazwischen findet sich auch Brochantit. Besonders schön und krystallisirt sind die mit Ziegelerz vorkommenden von Los Remolinos: 2gliedrige Oblongoktaeder ooll mit 112° 20′ = o/o und 105° 40′ = l/l in



der Basis, die Endecke durch einen etwas blättrigen Bruch P abgestumpft. Farbe der Krystalle öfter innen eigenthümlich schwärzlich grün, während die Oberfläche eine Kruste von prachtvollstem Smaragdgrün überzieht, das auch stellenweis durch das Schwärzliche in's Innere zieht. H. = 3—4, Gew. 4,4, das grobe Pulver wog nach Breithaupt blos 3,7. Von niegesehener Pracht fanden sie sich auf der Burra-Burra-Grube bei Adelaide, die mit ihren reichen Kupfererzlagerstätten zu „den größten der Welt" gehört (Jahrb. 1876. 308): es sind lange Säulen o = a : b : ∞c 112.48, mit dem Oktaeder r = a : b : c, dem zuge-



hörigen Paare l = b : c : ∞a 106.13, und dem dreifachschärfern d = 3c : b : ∞a, woraus Zepharovich (Sitzb. Wien. Acad. 1871 Bd. 63. 1 pag. 7) die Axen a : b : c = 1 : 1,496 : 1,123 = 0,89 : 1,308 : 1 berechnete. Descloizeaux und Klein (Jahrb. 1871. 496) kamen wieder zu etwas andern Winkeln. Es kommen zwar noch einige andere Flächen vor, namentlich z = a : b : 3c, Kante o/r abstumpfend; n = a : c : $\frac{1}{2}$b, y = $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$b : c, s = a : $\frac{1}{2}$b : ∞c etc., aber sonderlich flächenreich werden sie nicht.

Vor dem Löthrohr färbt es die Flamme prachtvoll blau, Folge vom Chlorgehalt. $3\,\dot{\mathrm{Cu}}\,\ddot{\mathrm{H}} + \mathrm{Cu\,Cl}$ Klaproth (Beiträge III. 196) mit 73 $\dot{\mathrm{Cu}}$, 17 $\dot{\mathrm{H}}$, 10 Salzsäure. Chili, Peru, Bolivia haben viele Fundorte. Hier in der Algodon Bai bricht es in solcher Menge, daß es von dort nach England und Hamburg eingeführt und verhüttet wird. Denn an jener Küste, wo es nie regnet, fehlt es gänzlich an Holz. Die Grube Atakamia steht 200′ tief fast ganz in diesem Erz, und der Gang Atakamita ist 2 Meter mächtig, Jahrb. 1866. 227. Das Meerwasser hat ohne Zweifel zur Bildung beigetragen. Der aerugo nobilis auf Aegyptischen Antiken soll öfter Chlorkupfer enthalten. Auch in den Laven des Vesuv und Aetna findet man smaragdgrüne Nadeln und Anflüge. Percylit von Sonora in Mexico bildet blaue Würfel von

$$\dot{\mathrm{Pb}} + \mathrm{Pb\,Cl} + \dot{\mathrm{Cu}} + \mathrm{Cu\,Cl} + \dot{\mathrm{H}}.$$

Das künstliche Kupferchlorür $\mathrm{Cu^2\,Cl}$ ist weiß, Mitscherlich stellte es in bestimmbaren Tetraedern dar, die sich im Sonnenlicht bläulich färben (Pogg. Ann. 49. 401). In der Tiefe sollen die chilenischen Gruben aus derben diamantglänzenden Massen bestehen, die würflich blättrig sind, von Salzhärte und 3,9 Gewicht. Breithaupt (Jahrb. 1872. 814) nannte ihn nach dem Fundorte Nantokit, woraus wahrscheinlich Atacamit entstand.

Eisenchlorid $\mathrm{Fe^2\,Cl^3}$ kommt öfter in den Vulkanen vor, es hat eine braunrothe Farbe, zerfließt aber an der Luft zu Oleum martis, was wir auf Meteoreisen so oft sehen. Erstirbt die Fumarole, so bleibt ein weißes Fleckchen von Kieselmehl zurück (Jahrb. 1870. 262). Gewöhnlich mit Salmiak verbunden verläuft die Farbe dann in's Pommeranzen- bis Schwefelgelbe. Wo am Vesuv und Aetna Fumarolen hervorbrechen, finden sich diese Farben, welche man nicht mit Schwefel verwechseln darf.

Kremersit (K, Am) Cl + $\bar{\mathrm{Fe}}\,\mathrm{Cl^3} + 3\,\dot{\mathrm{H}}$ bildet am Vesuv kleine rubinrothe zerfließende Oktaeder.

7. Steinsalz.

Sal Plinius 31. 39, Strabo's ἅλς ὀρυκτός; Muria (Soole) Plin. 31. 40, Natürliches Kochsalz Wr. Soude muriatée, Sel gemme. Vorzugsweis Salz genannt. Der Mensch hat zu seiner Befriedigung vier Vorräthe: Steinsalz, Steppensalz in Binnenseen (Elton), Quellsalz und Meersalz, das in Salzgärten vorzugsweise noch ausgebeutet wird.

Reguläres Krystallsystem: drei gleiche Blätterbrüche, leicht darstellbar, schneiden sich unter 90°. Solch späthige Salzblöcke kommen in bedeutender Größe vor. Die Würfelform selbst findet sich ausgezeichnet schön (Hallein) und groß (Wieliçka), allein andere Flächen sind selten. Schon Hauy erwähnt, daß wenn man es in frischem Urin krystallisiren läßt, Oktaeder entständen, sie bilden sich natürlich erst, nachdem der 2 + 1gliedrige Chlornatrium-Harnstoff sich ausgeschieden hat. Oktaeder im Carnallit bei Staßfurt können mit concentrirter Kochsalzlösung ausgewaschen werden. Eigenthümlich sind die trichter- oder treppenförmigen Krystalle, welche in den Salzpfannen bei starkem Erwärmen entstehen: es sind lauter kleine Würfel, die sich parallel über einander lagern. Die Trichter gleichen zwar einem halben Oktaeder, das aber gegen die Würfelkanten die Lage der Granatoederflächen hat, daher nicht mit dem regulären Oktaeder verglichen werden kann. Gahrliep machte schon 1691 darauf aufmerksam (Grundriß Kryst. pag. 11). An der Soolpumpe von Wilhelmsglück bei Rottweil fand sie Hr. Dr. Warth von wunderbarer Zartheit: dieselben zeigen das Bestreben Würfel zu bilden, woran jeder der sechs Würfelflächen ein solcher Trichter entspricht. Oder denkt man sich die sechs Reductionsebenen des Granatoeders durch den Mittelpunkt des Würfels gelegt, so haben wir ein allgemeines Bild, welches sich dann frei nach allen Richtungen gestaltet. Die Pumpe war ein Vierteljahr im Gange. Fast noch sonderbarer sind die hohlen Stalactiten, welche sich beim Austrocknen warmer Soole in den Siedhäusern bilden. Ich kann sie nicht besser, als mit einer quergestreiften Gurgel vergleichen, längs welcher stellenweis vier glatte Würfelflächen einspielen, und eine quadratische Säule herzustellen suchen, die aber immer durch Rundung wieder gestört wird. In alten Sinkwerken von Berchtesgaden fand H. v. Kobell (Jahrb. 1862. 599) hälftflächige Pyramidenwürfel 102, welche einen Dreikantner mit drei abgestumpften Endkanten vorstellten. Bei Berchtesgaden, Hall ꝛc. kommen in den rothen Thonmergeln des Salzgebirges ringsum gebildete verschobene Würfel mit eingedrückten Flächen vor, die satt im Gebirge liegen. Nur das Wasser kann zur Zeit als der Thon noch nachgab die Oberflächen abgenagt haben, denn die Blätterbrüche spiegeln scharf unter 90° ein. Zu Gößling an der Ips südöstlich Waidhofen im obern Wiener Wald liegen in grauem Mergel ganz die gleichen Afterkrystalle von Gyps in großer Menge (Epochen der Natur pag. 109), die lebhaft an die Sandsteinwürfel im Keuper (krystallisirter Sandstein, Denkschriften Aerzt. Nat. Schwabens I. 293), Buntensandstein, Zechstein ꝛc. erinnern. Bei Westeregeln kommen Afterkrystalle nach Carnallit, sogar Salz nach Salz vor.

Süß salziger Geschmack, etwas spröde, Normalhärte = 2, Gew. 2,25. An der Luft wird es leicht feucht, wegen eines Gehaltes an Chlormagnesium und Chlorcalcium, die Wasser anziehen. Das reine Salz ist farblos, kommt aber häufig grau durch Thon, oder roth durch Eisenoxyd vor, welches in Dünnschliffen in zarten sechsseitigen Tafeln zerstreut liegt. Ja

im Salze von Cardona soll die rothe Farbe von Monaden und Bacillarien herrühren, die auch den unterliegenden Thon erfüllen (Pogg. Ann. Ergänzungsb. 51. 525). Nach Marcel de Serres sind die Salzinfusorien zuerst farblos, werden dann grün (Grünes Salz von Spanien), und im reifen Alter roth. Perty (Mitth. naturf. Ges. Bern 1862. 113) konnte es jedoch nicht bestätigen. Die Lösungsrückstände des rothen Salzes von Berchtesgaden fangen schnell an zu gähren und zu stinken. Selbst das fasrige violette (Hallein) und das prachtvolle blaue, welches in schönen Wolken das farblose und weiße Salz durchzieht (Hallstadt, Hall in Tyrol), mag seine Farbe dem Bitumen danken, da diese beim Erhitzen leicht verschwindet, die gesättigte Lösung farblos erscheint, und keine Metallreaction zeigt. Da Bunsen durch Schmelzen des K Gl mit K eine schönblaue Masse bekam, Pogg. Ann. 120. 15, so hat man auch daran gedacht, allein durch Lösen im Wasser müßte der Ueberschuß an Kalium Wasserstoff entwickeln, was nach G. Rose (Jahrb. 1862. 881) nicht der Fall ist, obwohl die schön blauen Parthien bei Staßfurt und Kalucz in Gallicien von Kalisalzen umhüllt werden.

Diatherman pag. 166, von 100 Wärmestrahlen läßt es 92 durch, und da man es wegen seines Blätterbruchs leicht in großen Platten gewinnen kann, so ist es in dieser Hinsicht von hohem Interesse, namentlich auch wichtig für Linsen, um schwache Wärmestrahlen zu sammeln.

Für die Körnerprobe pag. 159 liefert das blättrige Steinsalz die besten Belegstücke, es bekommt Risse parallel dem Granatoeder. Mit diesen „Gleitflächen" scheint seine „außerordentliche Compressibilität und Deformirbarkeit zusammenzuhängen" (Monatsber. Berl. Akad. 1867. 223). Vielleicht finden darin auch die schiefen Würfel und Afterkrystalle theilweis ihre Erklärung.

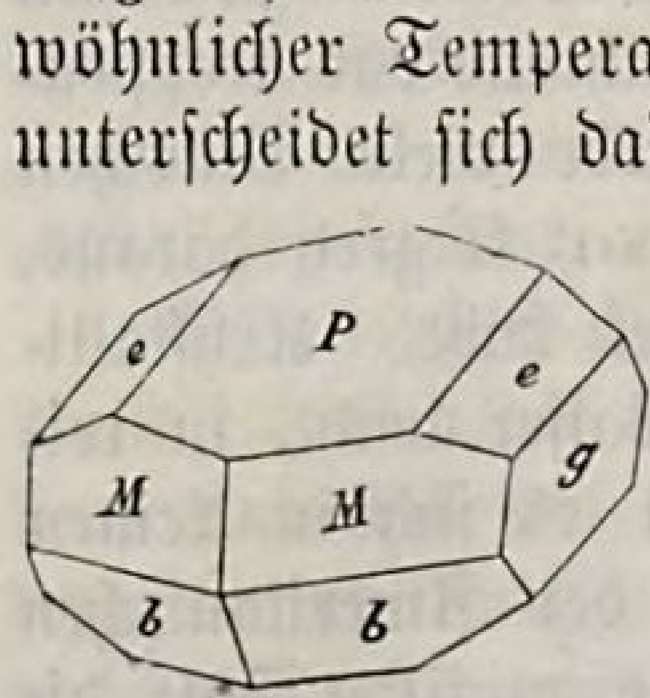
Das krystallinisch ziemlich grobkörnige Knistersalz von Wieliczka enthält nach Dumas (Pogg. Ann. 18. 601) Wasserstoff eingepreßt, der sich in kleinen Höhlungen befindet. Wirft man nur ganz kleine Stücke davon in eine große Schüssel mit Wasser, so entsteht von Zeit zu Zeit ein ganz unerwartet starkes Knacken: das gepreßte Gas entweicht, und erzeugt Bewegungen im Wasser. Beim Zerschlagen riecht es stark bituminös, weil auch Kohlenwasserstoff sich dabei findet. Auch bei Hallstadt soll vorkommen.

Vor dem Löthrohr in der Pincette schmilzt es sehr leicht und hängt in großen Proben wie Wassertropfen hinab, die beim Erkalten zu vielen kleinen Würfeln krystallisiren. Es decrepitirt nicht, während das treppenförmig gebildete Kochsalz stark verknistert, weil dasselbe viele Bläschen von Mutterlauge einschließt. H. Rose (Pogg. Ann. 48. 354) folgerte daraus, daß das Steinsalz nicht auf nassem Wege sich gebildet habe. Krystallinisches Salz zeigt Lamellarpolarisation. Da es im Wasser leicht, in reinem Weingeist und Aether nicht löslich ist, so kann es sich in kleinen Mengen nur halten, wo Wasserzutritt fehlt. An der Amerikanischen Westküste z. B. in der Algodon-Bai, wo es nie regnet, verkittet Salz die

Dolomit- und Porphyrbreccien. Es scheint hier noch vom Meeresrückzuge her zu stammen, v. Bibra, Reise in Südamerika II. 185.

Na Cl mit 60,34 Cl, 39,66 Natrium, wird durch Schwefelsäure leicht zersetzt unter Bildung von Glaubersalz $\mathrm{Na\,Cl} + \dot{H}\ddot{S} = H\,Cl + \dot{N}a\ddot{S}$. Das beste „Grünsalz" von Wieliczka hat kaum Spuren von Mg Cl. Verflüchtigt sich bei Rothglühhitze, doch nicht so leicht als Chlorkalium. Daher pflegt das Vulkanische Salz Kaliumreicher zu sein, als Meer- und Steinsalz, zumal da K Cl leichter löslich ist, als Na Cl. Vogel fand zuerst das Kalium im Steinsalz von Berchtesgaden (Gilbert's Ann. 64. 159). Chlormagnesium und Chlorcalcium häuft sich in unregelmäßigen Höhlungen im Salze von Cheshire (Pogg. Ann. 18. 606) an. Das Jod hat Fuchs im Steinsalz von Hall in Tyrol erkannt, außerdem sind die Quellen von Sales, Halle, Rehme, Kreuznach &c. durch ihren Jodgehalt berühmt. Brom findet sich viel häufiger, namentlich auch in den Württembergischen Soolen (Fehling, Württ. Jahreshefte 1848. 18), bei Staßfurt, im Englischen Steinsalz &c. Des Salzthones, Gypses und anderer schwefelsaurer Salze nicht zu gedenken. Alle diese fremdartigen Beimischungen geben dem Steinsalz eine gewisse „Schärfe"; beim Sieden bleiben sie jedoch in der Mutterlauge zurück, darunter auch Brom und Jod. Zu Münster am Stein bei Kreuznach kommen die Gypsfreien Soolquellen aus Porphyr (Laspeyres Ztschr. deutsch. geol. Ges. 1868. 153), ihre Mutterlauge enthält in 1000 Theilen 6,89 K Br, und nur 0,08 K J, dagegen neben Spuren von Cäsium und Rubidium noch 14,5 Chlorlithium. Man rechnet im Durchschnitt nach den Quellenanalysen auf 2952 Theile Chlor 19 Br und 1 J. Den ähnlichen Dürkheimer Quellen, worin 1860 das Cäsium und Rubidium entdeckt wurde, fehlt dagegen Jod.

Salz ist bei Abwesenheit von Kalk und Bittererde im kalten wie warmen Wasser fast gleich löslich: 100 Wasser bei gewöhnlicher Temperatur nehmen 35,9, bei 100° C 39,9 Salz auf, d. h. 2,7 Wasser, 1 Salz; oder 100 Theile Soole können 27 Theile Salz enthalten. So reich sind die Wasser unserer Bohrlöcher auf Salz, die natürlichen Salzquellen pflegen ärmer zu sein, sie haben weniger Grade, wie man zu sagen pflegt: Lüneburg 25½ Grad, Halle in Sachsen 21°, Schönebeck 11,5°, Kreuznach an der Nahe 1,5°, was man kaum noch schmeckt. Die schwachen Soolen müssen daher der Holzersparniß wegen durch Luftverdunstung gradirt werden: die Schönebecker Gradierwerke, aus Dornen aufgerichtet, waren früher 6000′ lang, 50′ hoch und 8′ breit. Bei gewöhnlicher Temperatur krystallisirt das Chlornatrium ohne Wasser, es unterscheidet sich dadurch vom Na Br, welches erst bei + 30°, und vom



Na Cl, welches bei 40° bis 50° sich ohne Wasser in regulären Würfeln ausscheidet. Beide letztere Salze nehmen vielmehr bei gewöhnlicher Temperatur 4 Atom Wasser auf, was das Chlornatrium erst bei —10° thut (Mitscherlich, Pogg. Ann. 17. 385), es bilden sich dann 2 + 1gliedrige Tafeln von $\mathrm{Na\,Cl}\,\dot{H}^4$ (**Hydrohalit**)

mit 45,8 Ḣ: M = a : b : ∞c 118° 32′, Schiefendfläche P = a : c : ∞b macht vorn in P/M 109° 48′, ein hinteres Augitpaar b = a′ : c : ½b in der Mediankante 123° 45′, g = b : ∞a : ∞c stumpft die scharfe Säulenkante ab, ein vorderes Augitpaar e = a : c : ½b in der Diagonalzone von P bildet in P/e 149° 47′. In strengen Wintern setzen sich solche Krystalle in den großartigen Soolenleitungen ab, welche im Salzburgischen über Berg und Thal setzen, um die Soole in holzreichere Gegenden zu führen. Soll das Seewasser gefrieren, so muß sich das Salz vorher ausscheiden, darauf beruht die Gewinnung des Seesalzes in kalten Zonen (Ochotskischen Meerbusen), hier muß also das Salz unter Umständen auch 2 + 1gliedrig werden. Wrangel fand Meersalz (Rassòl) auf dem Polareis in der Gegend von Neu-Sibirien ausgeschieden (Reise längs der Nordküste von Sibirien und auf dem Eismeer, herausgegeben von Engelhardt II. 256), das könnte Hydrohalit sein.

Vorkommen. Das Salz findet sich stets in Gesellschaft von Salzthon und Gyps (Anhydrit) unter Verhältnissen, die es fast außer Zweifel setzen, daß es Niederschläge ausgetrockneter Meere waren. Denn bekanntlich versalzen alle Meere und Seen ohne Abfluß. Ein Beispiel ist das Todte Meer, und der durch viele Reisende bekannt gewordene Eltonsee (Altan Nor goldne See) auf der linken Seite der untern Wolga. Dieser obgleich nur 3 Meilen lang, 2¼ Meile breit, und so flach, das man überall durchwaten kann, liefert dennoch den Russen alljährlich 4 Millionen Pud des besten Salzes. Die Charisacha Sommers mit 4 p. C. Na Ɛl bildet den Hauptzufluß, und speist den See hauptsächlich mit Salz: die oberste 1—2 Zoll mächtige Schicht besteht aus schneeweißen Würfeln, im innern des Sees wird diese Schicht oft 5 Zoll dick, man hebt sie mit langen Stangen auf, wäscht sie ab und führt sie auf Kanälen an's Ufer. Aber nur Sommers erzeugen sich diese Niederschläge, im Herbst und Winter tritt dagegen Chlormagnesium an die Stelle. Dieses ist nämlich im warmen Wasser viel löslicher als im kalten, während Wärme auf die Kochsalzlösung nur wenig Einfluß übt. Sommers wird also alles Chlormagnesium gelöst, nur Steinsalz schlägt sich nieder, im Herbst und Winter dagegen schlagen sich die Magnesiasalze nieder, und es ist mehr Salz im Wasser, das überhaupt einer förmlichen Salzlake mit 30 p. C. festen Theilen gleicht. So ist es möglich, daß das gewonnene Salz 98,8 p. C. reines Na Ɛl und nur 0,13 p. C. Mg Ɛl enthalten kann. Und wenn man dann bedenkt, daß in diesem kleinen See die über einander geschichteten Salzlager, von einander durch dünne Schlammniederschläge getrennt, sich 14 Fuß tief in den Boden verfolgen lassen (G. Rose Ural. Reis. II. 261), so sind das schlagende Analogien für die Bildung unserer Salzgebirge. Der große Bittersee auf der Landenge von Suez 20 Km breit, ist an seinen Ufern von einem 8 m dicken Salzlager begrenzt, das wahrscheinlich im Laufe früherer Jahrhunderte durch Ueberfluthung des Rothenmeeres entstand (Jahrb. 1870. 867). Das Humboldt-Salzwerk zu Austi in Nevada 20 englische Meilen lang und 12 breit gleicht einem gefrornen See.

An die Tagesoberfläche treten Salzstöcke nur selten. Der berühmteste Punkt in Europa, welchen schon Plinius 31. 39 erwähnt, liegt bei Cardona in Catalonien: jener Salzfelsen ist 550' hoch, hat eine Stunde Umfang, und gleicht einem Gletscher mit seinen Pyramiden und Hörnern des reinsten Salzes. Obgleich vegetationsleer, so dürften dennoch nach Cordier die Berge in 100 Jahren durch den Regen kaum 4⅔ Fuß erniedrigt werden (Leonhard Taschenb. Min. 1821. 80). Die Salzbrüche am Ilek bei Orenburg, welche den Russen jährlich 700,000 Pud liefern, liegen schon jenseits des Uralflusses auf Asiatischer Seite. Im Centrum von Siebenbürgen liegt das Salz in den Thalsohlen an mehreren Punkten zu Tage, wo es schon die alten Römer ausbeuteten (Berg- und Hüttenztg. 1871. 233). Zu den großartigsten unterirdischen Strecken gehören die Lager im Tertiär von Wieliczka am Rande der Karpathen, eine wahrhaft unterirdische Stadt, zu welcher eine breite Wendeltreppe führt. Wollte man die Baue alle durchschreiten, so müßte man 86 deutsche Meilen machen. Das Salz stellenweis 1200' mächtig. Davon wird jährlich 1 Million Centner gewonnen, theils so rein, daß es gestoßen als bestes Tafelsalz dient. Leider wurde beim Suchen nach Kalisalzen das Werk durch Wassereinbruch gefährdet (Jahrb. 1869. 243). Der Reichthum setzt über Bochnia nicht blos den Karpathen entlang bis nach Okna in der Wallachei fort, sondern wiederholt sich auch in der Trias der östlichen Alpen, woher Salzburg seinen Namen hat (Hallstadt, Ischl, Hallein), Hall in Tyrol, Berchtesgaden in Oberbayern und endigt bei Bex im Canton Waadt. Ueberall wird es zum Theil durch großartigen Bergbau gewonnen. Der vielen Salzquellen wie Reichenhall, wo die reichste Soole in Strömen hervorfließt, nicht zu gedenken. Auch in den nördlichen Vorlanden der Alpen gehört das Salz der großen rothen Sandsteinformation zwischen Steinkohlen- und Liasgebirgen an. Lange hat man zu Sulz am Neckar einen ärmlichen Bergbau darauf getrieben, bis die reichen Lager im Frühjahr 1816 am untern Neckar bei Friedrichshall in 475' Tiefe mitten im Muschelkalke erbohrt und 1826 oberhalb Hall am Kocher (Wilhelmsglück) durch Bergbau aufgedeckt wurden, darunter sehr schöne cubisch blättrige Stücke, mit noch nicht ½ p. C. fremdartiger Theile. Im Schachte von Friedrichshall steht das reinste Salz 47' mächtig an (Württ. Jahresh. 1860. 62), und man fördert jährlich über 1 Million Centner. An der Seille bei Vic in Lothringen lagert das Salz im Keuper. Reich und alt sind die Salzwerke von Halle an der Saale, die ganze Umgegend über Muschelkalk gelegen hat kaum einen Brunnen, der nicht salzig schmeckte, ein einziger von Salza bei Schönebeck liefert soviel Soole, daß daraus jährlich 600,000 Ctr. Salz gewonnen wurden, ja bei Frankenhausen dringen aus den Gypsbergen Thüringens „der Salzquellen so viele hervor, daß man glaubt, ganz Deutschland lasse sich aus ihnen mit Salz versehen.“ Dennoch wurde erst am 25ten November 1837 in 986' Tiefe im Zechstein von Artern das erste Stück Salz im Preußischen Staate erbohrt, dem dann später die reichen Erfunde von Staßfurt, Erfurt ꝛc. folgten. Als

man dann an dem Gypshügel bei Sperenberg 5 Meilen südlich Berlin in 89 m Tiefe Steinsalz erreichte, und nach 4 Jahren in 1271,6 Meter (4051′ Rhein.) nicht durchbohrt hatte, versuchte man am Seegeberge in Holstein, zu Inowaclaw im Brombergischen, Wapno bei Exin ꝛc. sein Glück, und bekam überall in geringer Tiefe massenhaft Salz, welches wahrscheinlich der Zechsteinformation angehört. England hat seinen großen Salzschatz bei Liverpool zu Northwich, Middlesborough, Chessy (Quart. Journ. geol. soc. IV. 288) ebenfalls im Newredsandston über der Steinkohle, die zahlreichen Gruben stehen über 60′ im reinen Salzfelsen, und das späthige hält 98,3 Chlornatrium. In Nordamerika haben die Salzquellen am Ohio, die Onondaga Salt Group zwischen Michigan- und Huron-See mit Gyps und Soolquellen, die salzführenden Schichten von New-York mit den hohlen vierseitigen Pyramiden (sogenannte hoppers) ꝛc., merkwürdiger Weise ihren Sitz unter der Steinkohlenformation im Uebergangsgebirge. Am Huallaga in Südamerika hat Pöppig (Reise in Chili, Peru und auf dem Amazonenstrom II. 311) die prachtvollen Salinas de Pilluana beschrieben und abgebildet: indigoblaue, rosenrothe und weißliche wohlgeschichtete Salzfelsen steigen in Pyramiden und Kegeln unmittelbar neben dem Spiegel des gewaltigen Stromes empor. In Asien sind die obern Gegenden des Indus (Plinius 31. 39) berühmt, wo bei Karabagh der süße Strom die „Salzkette" durchbricht (Ritter Asien 7. 95): große Steinbrüche im rothen Boden geben hier gewaltige Blöcke von Steinsalz. Das Khewra Salzbergwerk gewinnt allein jährlich für 6 Millionen Mark. Nördlich der Sahara bauen die Völker mit Salz, Herodot 4. 185, aber südlich im Centrum von Afrika ist es nach Mungo Park einer der größten Leckerbissen, nach welchem z. B. die Mandingoneger schmerzliche Sehnsucht tragen.

Varietäten, 1) Blättrig bricht es in großen Cubischen Stücken, worin man öfters Blasen sieht; 2) körnig sind bei weitem die meisten Massen, das Korn häufig grob; 3) fasrig, erinnert an die Faser des Gypses, und durchschwärmt in ganz ähnlicher Weise den Salzthon. Unkrystallinisch dicht und mehlig pflegt es nur in Folge secundärer Niederschläge zu sein. Dagegen spielt der **Salzthon** (Hallerde), woraus sich das Salz am leichtesten löst, eine wichtige Rolle. Bei Sulz am Neckar wird er für die Landwirthe ausgebeutet, um damit die Felder zu düngen. In den Alpen (Hallein, Hallstadt) drückt man Wasserstrahlen hinein, die ihn leicht durchbohren. Ja die Wiederkäuer, welche wegen ihrer Kalihaltigen Grasnahrung sehr des Natrons bedürfen, haben am Altai sich förmliche Grotten in den weichen Thonschiefer geleckt (Ledebour, Reise Altai 1830 II. 44).

Obwohl das Meer und die Salzquellen noch immer den meisten Bedarf decken, so wird doch das Steinsalz mit jedem Jahre, namentlich auch für die Industrie, wichtiger. Seine Löslichkeit erleichtert den Abbau, indem man durch Gummischläuche Wasser hinzuführt, und damit die Felsen langsam schlitzt. England gewann 1868 bei Liverpool, wo ihm

Kohle, Salz und Schiffahrt zu Gebote stehen, 30 Mill. Ctr. meist Siedesalz, und erschwerte dadurch den Festlandsstaaten die Concurrenz. Im deutschen Reich gibt man 1874 über $11\frac{1}{3}$ Millionen Ctr. an, worunter $3\frac{1}{4}$ Mill. Steinsalz waren. Auf Württemberg allein kamen 1,600,000 Ctr. In Staßfurt wird das reine Krystallsalz in großen Kaffeemühlen gemahlen, und als Tafelsalz in den Handel gebracht, es geht aber schlechter, als das Siedesalz. Das Viehsalz wird wegen der Steuer unnatürlicher Weise vorher mit Wermuth und Eisenoxyd „denaturirt".

Sylvin (Sal Sylvii) nannte Beudant das Salz, welches sich in Vulkanen sublimirt, es soll am Vesuv öfter aus reinem K Cl bestehen, was bekanntlich flüchtiger und isomorph mit Steinsalz ist: 1822 warf derselbe eine solche Menge aus, daß die benachbarten Dörfer damit ihren Hausbedarf befriedigten, bis die Zollbehörde es in Besitz nahm. Laugier fand darin 62,9 Na Cl und 10,5 K Cl, Bischof in einem vom 5. Febr. 1850 53,8 K Cl und 46,2 Na Cl. Auch in Hochöfen soll es sich bilden. Woraus folgt, daß keine scharfe Trennung zwischen dem Kalium- und Natriumsalze stattfindet, aber daß man auch das Steinsalz wegen seines geringen Gehaltes an Kalium nicht als Feuerprodukt ansehen darf. In unserer Zeit sind in den mächtigen Abraumsalzen von Staßfurt und Kalusz (Sitzb. Wien. Akad. 63. 308) die prächtigsten Würfel, sogar mit zahlreichen Flächen in den Ecken, vorgekommen. Sie haben alle Farben des Natronsalzes, lassen sich aber davon sofort durch den **scharfen brennenden Geschmack** unterscheiden, Gew. 2. Bei manchen scheinen die blauen Flecke aus eingesprengtem Na Cl zu bestehen. Selbst aus der Indischen Salzkette, die sogar dem Silur angehören soll, war auf der Wiener Weltausstellung Sylvin aufgelegt (Jahrb. 1873. 642). Diese Ablagerungen sind für die so wichtige Kaliindustrie von größter Wichtigkeit geworden. Bei Kalusz kommen im Haselgebirge (Salzthon) 33 m dicke Linsen von fast reinem Chlorkalium vor, und wenn sie durch Chlornatrium verunreinigt sind, darf man das Rohsalz nur mit heißem Wasser auslaugen, da Chlorkalium darin viel löslicher ist als im kalten, während die Lösungsfähigkeit des Chlornatriums bei verschiedenen Temperaturen sich nicht wesentlich ändert. Dazu kommen nun aber noch zwei wichtige Salze:

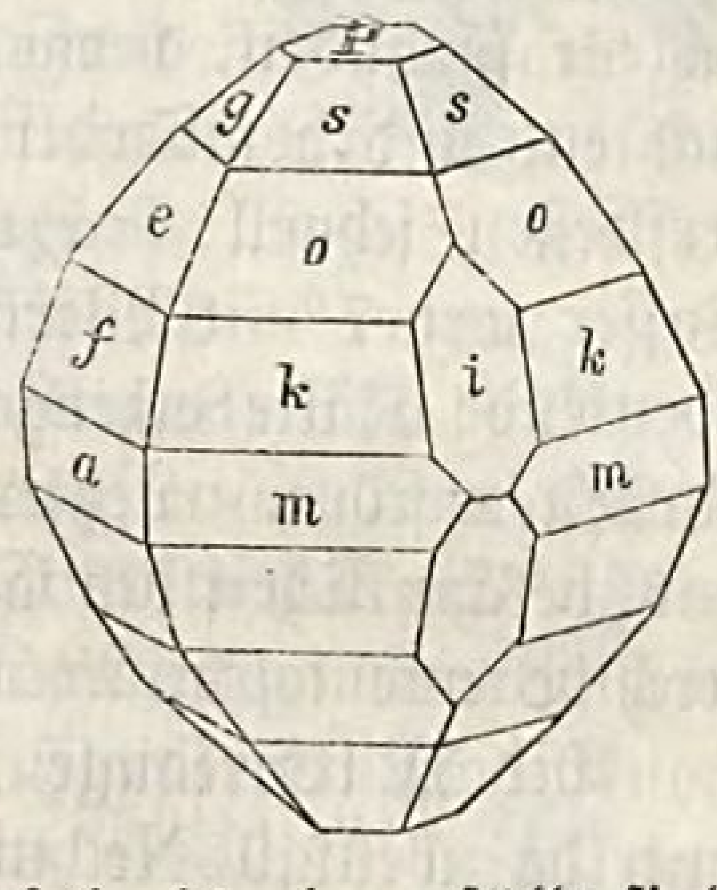
Carnallit $K Cl + 2 Mg Cl + 12 \dot{H} = K Cl + Mg Cl + 6 \dot{H}$ mit 26 K Cl

Kainit $K Cl + 2 \dot{Mg} \ddot{S} + 6 \dot{H} = K Cl + \dot{Mg} \ddot{S} + 3 \dot{H}$ mit 27 K Cl

jenes bei Staßfurt, dieses bei Kalusz vorzugsweise vertreten.

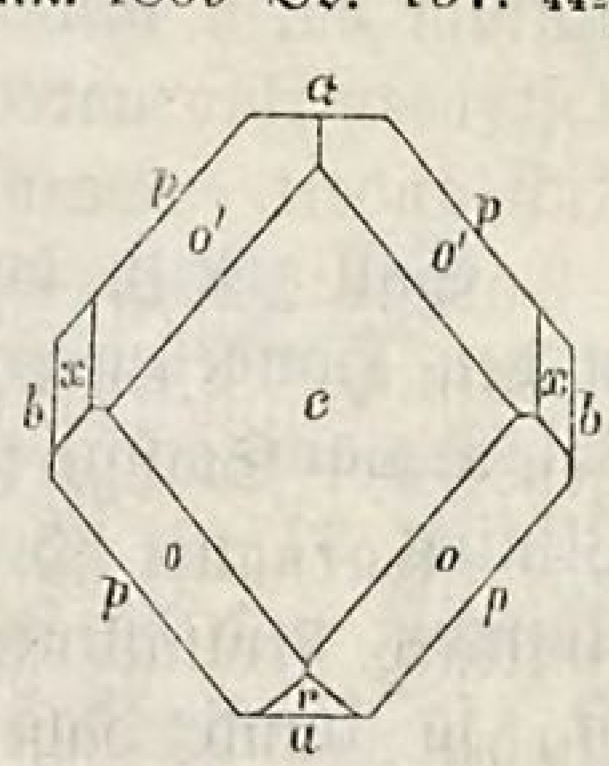
Carnallit (H. Rose, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1856 VIII. 117) bildet wasserklare, krystallinische Aggregate, die aus der Luft viel Feuchtigkeit anziehen, und daher in wohlverschlossenen Gläsern aufbewahrt werden müssen, aber selbst so noch fließen. Viele sind durch Eisenoxyd roth gefärbt, geben dann unter dem Mikroskop ganz prächtige Bilder von braunen, gelben und rothen sechsseitigen und rhombischen Eisenglanztafeln (Bischof, Steinsalzwerke bei Staßfurt 1864 Fig. 4), und bekommen das Ansehen von Avanturin. Manche sind milchweiß und opalisiren etwas. Sie stimmen mit Kalium-Magnesiumchlorid überein, welches Liebig aus Meerwasser

und Salzsoole darstellte, die von Rammelsberg (Hdb. Krystall. Chem. 1855. 204) als sechsgliedrige Dihexaeder beschrieben werden, aber einen zweigliedrigen Säulenwinkel von 118° 31′ enthalten, und daher optisch zweiaxig sind. Aus den abtröpfelnden Laugen in den untern Kalisalzbauen bilden sich noch fortwährend die klarsten **Krystalle** bis zu Taubeneigröße, deren 2gl. Säulen Hessenberg (Abh. Senck. Nat. Ges. 1866 VI. 13) im Mittel 118° 37′ fand. Trotz des so auffallenden dihexaedrischen Ansehens, zerfallen die meßbaren Flächen doch in m = a : b : ∞c, a = b : ∞a : ∞c, P = c : ∞a : ∞b, o = a : b : c, k = a : b : 2c, s = a : b : $\frac{2}{3}$c, e = b : 2c : ∞a, f = b : 4c : ∞a, g = b : $\frac{4}{3}$c : ∞b. Zu Westeregeln, wohin die Staßfurter Abraumsalze fortsetzen, kamen verdrückte Afterkrystalle vor, welche vom rothen Steinsalz körnig erfüllt sind. Letzteres konnte daher blos die Hohlräume einnehmen. Optische Axenebene in ac, Axe a optische Mittellinie. Gewicht 1,618.



Carnallit konnte sich nur aus Lösungen niederschlagen, welche Chlormagnesium im Ueberschuß enthielten. Daher läßt er sich auch nicht umkrystallisiren, sondern bei Behandlung mit Wasser bleibt Chlormagnesium gelöst, und Chlorkalium scheidet sich aus. Als solche Ausscheidungen wird auch der beibrechende Sylvin betrachtet, der auf der Anhaltiner Grube Leopoldshall in derben Massen (Leopoldit) von mehreren Pfunden vorkommt. Man will organische Substanzen, sogar Zellgewebe darin gefunden haben, Jahrb. 1866. 326. Bei Kalusz fehlt Carnallit, dagegen ward er im Persischen Salz von Maman und in den Salt-works des Südparks von Colorado gefunden.

Kainit (καινός neu, Jahrb. 1865. 310) kam auf Leopoldshall zuerst vor. Von Salzhärte und 2,13 Gew. bildet er derbe körnig durchscheinende gelbliche Läger, die bei Kalusz 60′—70′ mächtig werden. Kleine Krystalle in Drusenräumen beschrieb P. Groth (Pogg. Ann. 1869 Bd. 137. 442) 2 + 1gliedrig: die scharfe Säule p = a : b : ∞c 78° 57′ wird durch eine ausgedehnte Endfläche c = c : ∞a : ∞b, gegen Axe c 85° 5′ geneigt, tafelförmig, woran vorn o/o = a : b : c = 125.59, hinten o′/o′ = a′ : b : c = 122.49, r = a : 2c : ∞b, x = a′ : c : $\frac{1}{3}$b, a = a : ∞b : ∞c, b = b : ∞a : ∞c, wie nebenstehende Horizontalprojection zeigt. In Wasser gelöst, scheidet sich Chlormagnesium ab, und schwefelsaures Talkerde-Kali mit $\dot{H}^6$ und von ähnlicher Form krystallisirt aus, deßhalb schreibt man auch wohl $\dot{K}\dddot{S} + \dot{M}g\dddot{S} + Mg\,Cl + 6\dot{H}$. Ja schon an der Luft fließt das Mg Cl ab, und es bleibt jenes Salz $\dot{K}\dot{M}g\dddot{S}^2\dot{H}^6$ zurück, welches man **Schönit** genannt hat, der daher meist den Kainit nach Art der Afterkrystalle über-



zieht. Diese Eigenschaft macht das Mineral zur Darstellung von Kalisalzen brauchbar, wozu es zu Kalusz im Großen benutzt wird.

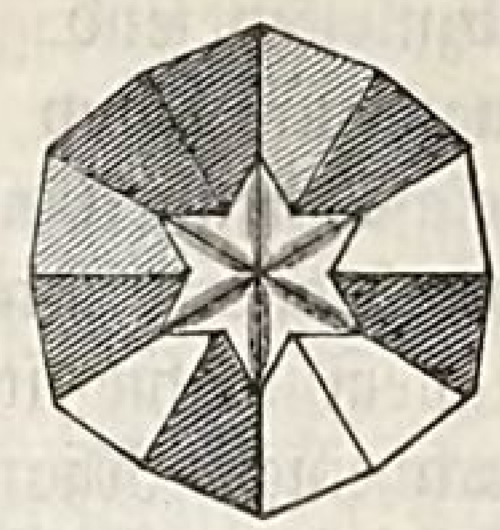
Tachydrit Ca Ꞓl + 2 Mg Ꞓl + 12 Ḣ (Rammelsberg, Pogg. Ann. 98. 261) correspondirt dem Carnallit. Die runden gelblichen Kugeln lagern in dichtem Anhydrit, verwachsen aber auch mit Carnallit. Sie sind blättrig nach einem Rhomboeder, das dem Würfel nahe kommt. Gew. 1,67. Zerfließen schnell (ταχύς) an der Luft. Erwärmt bei Lösungen das Wasser um 7°—8°, während die Kalihaltigen Rohsalze im Allgemeinen bedeutende Kälte erzeugen: eine Flüssigkeit von 18° kann auf 7° herabgedrückt werden. Letztere werden daher von Conditoren zur Eisbereitung benutzt. Ein Theil des Chlormagnesiums wird in vorstehenden drei Salzen durch Brommagnesium vertreten.

Die **Mutterlauge** in den Salzgärten der französischen Küsten wird neuerlich ebenfalls technisch ausgenutzt. Da stellt es sich immer deutlicher heraus, daß die 30 m mächtigen Abraumsalze von Staßfurt nichts als der Niederschlag aus solchen Resten sind, die bei andern Salzlagern abfloßen. Im Durchschnitt sollen sie 55 Carnallit, 25 Kochsalz, 16 Kieserit, 4 Chlormagnesium enthalten, wovon 1872 über 10 Millionen Ctr. in 33 Fabriken verarbeitet wurden. Darunter folgt dann der Reihe nach die Kieserit-, Polyhalit- und Anhydritregion. Abgesehen von den Kalipräparaten und vielen andern chemischen Produkten dienen die Abfälle besonders mit als Düngmittel für Zuckerrüben, Wein und Tabak. Da es den Torfböden, wovon namentlich in Hannover und Oldenburg noch viele Quadratmeilen brach liegen, gewöhnlich an Kali fehlt, so hofft man, daß sie den lästigen Moorbränden, welche den ungesunden Höhenrauch erzeugen, allmählig eine Grenze setzen werden. An dem Zerfließen ist Chlormagnesium Mg Ꞓl Schuld, welches im Salzgebirge sehr verbreitet aus der Luft begierig Wasser anzieht. Mit Magnesia Ṁg bildet es Oxychloride, die leicht zu Magnesiacement erhärten, und künstlichen Marmor liefern.

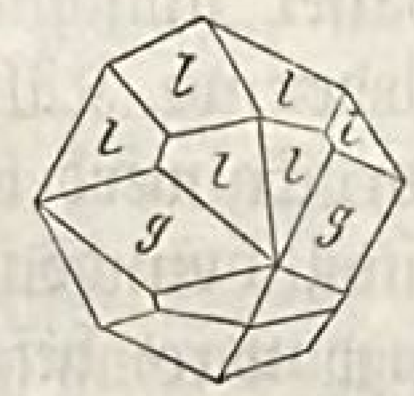
8. Salmiak.

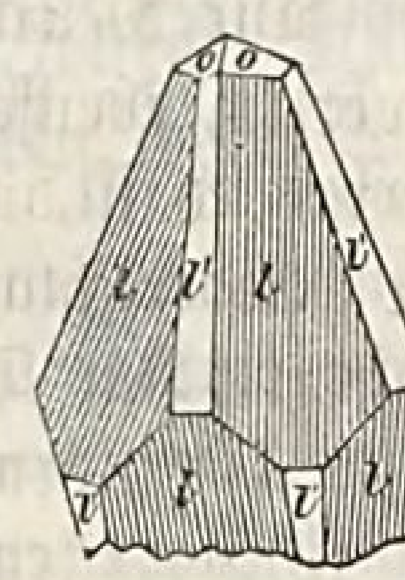
Soll zuerst durch Armenische Kaufleute aus der Hohen Bucharei in den Handel gebracht sein, daher Sal ammoniacum (verstümmelt aus Sal armeniaçum) genannt. Bei Agricola Salarmoniak. Indeß nennt Plinius 31. 39 schon ein Hammoniacum nach dem Tempel des Jupiter Ammon, und da in Aegypten die Salmiakbereitung aus Kameelmist uralt ist, so könnte das den Namen erzeugt haben. Bergsalmiak Wallerius, Ammoniaque muriatée.

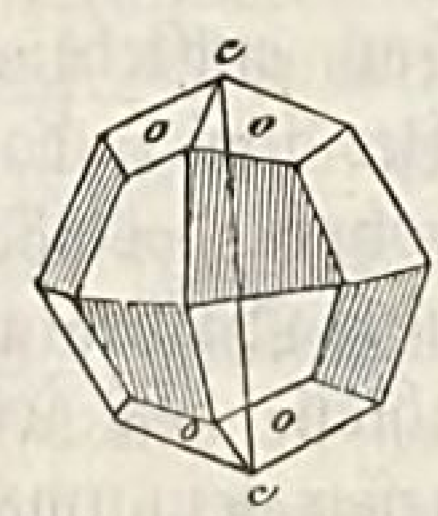
Regulär und scheinbar isomorph mit Steinsalz. Der rohe Salmiak, welcher bei der Blutlaugenfabrikation aus thierischen Substanzen gewonnen wird, ist stark braun durch Brenzöl gefärbt, krystallisirt aber in den prachtvollsten Würfelzwillingen, die man überhaupt kennt. Ihre Substanz besteht aus lauter Blättchen, die den Würfelflächen parallel

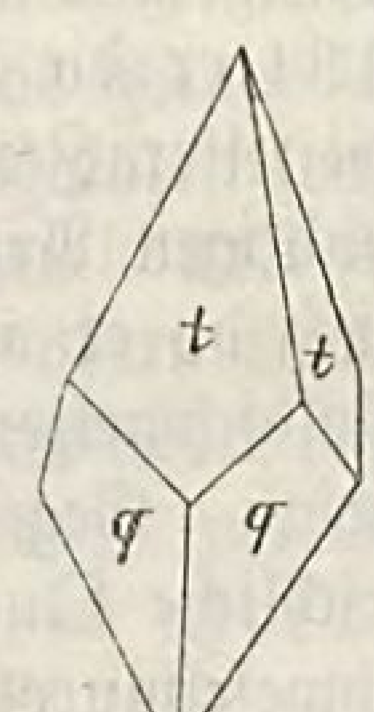


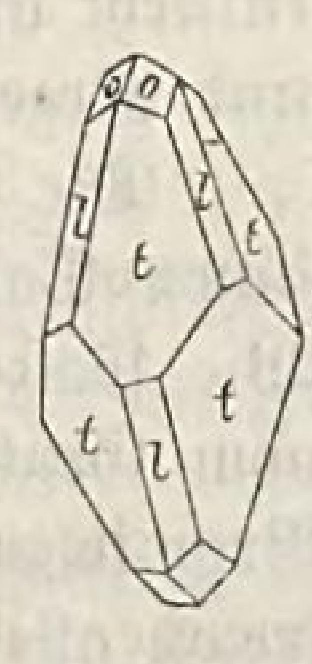
gehen, daraus entsteht ein Perlmutterglanz auf den Flächen, welchen man für den Blätterbruch halten möchte. Schleift man sie senkrecht gegen die Zwillingsaxe, so zeigt sich ein dunkeles Kreuz, welches den drei Granatoederflächen entspricht, die in der Zone der Zwillingsaxe liegen. Oft wiederholen sich 6—8 Zwillingsindividuen in einer Reihe übereinander, die aber alle parallel stehen. Bei der Sublimation der Steinkohlenbrände zu St. Etienne, Duttweiler, selbst bei künstlichen Hüttenprocessen (Deicke Jahrb. 1860. 76) entstehen wasserhelle Leucitoeder $l = a : a : \frac{1}{2}a$, „die man mit dem Analcim der Cyclopischen Inseln verwechseln könnte.“ Auffallender Weise zeigen dieselben Neigung zur Hemiedrie, indem sich von den Granatoederflächen g nur zwei mit einer Quadratischen Säule hinzugesellen. Ja Nöllner in Hamburg (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 50. 11) hat neben der Darstellung des Leuchtgases Salmiakkrystalle erhalten, die eine höchst merkwürdige hemiedrische Gyroedrie zeigen: die Sache pflegt mit der einfachen **Verziehung** des Leucitoeders $a : a : \frac{1}{2}a$ zu beginnen. Anfangs bleibt das Oktaeder o noch deutlich und das Auge kann zwischen l und l' noch den stumpfen ebenen Winkel der Deltoide ($117^0\ 2'$) gut beurtheilen, aber l' zieht sich auf Kosten von l als eine schmale Abstumpfungsfläche hinab, verschwinden dann o und l' ganz, so meint man Quadratoktaeder mit Endkantenwinkel l/l von $99^0\ 35'$ vor sich zu haben. Stoßen die Flächen l unten dagegen, so entsteht ein vollständiges Trapezoeder. Leider sind die Krystalle meist abgerundet, was eine scharfe Bestimmung erschwert, doch hat Naumann die Sache genau zu verfolgen gesucht, und meint sogar ein **Trapezoeder** nachweisen zu können, das einerseits $t = a : a : \frac{1}{3}a$, andererseits $q = a : a : \frac{2}{5}a$ als Endigung habe. Auch Abstumpfungen der Endkanten des Trapezoeders t/t kommen vor, welche einem Trapezoeder vom Leucitoeder $l = a : a : \frac{1}{2}a$ entsprechen. Eine Oktaedrische Zuschärfung des Endes gehört ebenfalls dem gewöhnlichen Leucitoeder $o = a : a : \frac{1}{2}a$ an, was wesentlich dafür zu sprechen scheint, daß diese merkwürdigen Körper nicht dem wirklich 4gliedrigen Systeme, sondern einer Theilflächigkeit des regulären Systems angehören, welche sich gyroedrisch gruppirt. Ja Wöhler hat einmal (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 50. 810) scharfe meßbare Rhomboeder von $67^0\ 7'$ bekommen, die dem untern Rhomboeder des Leucitoeder $a : a : \frac{1}{4}a$ in seiner 3gliedrigen Stellung angehören, deren Endkanten durch einen Dreikantner zugeschärft werden, welche vom Pyramidenwürfel $a : \frac{1}{3}a : \infty a$











abzuleiten sind. Eine kleine Projection wird die Sache sofort deutlich machen. Knop (Molecularconst. und Wachsthum der Krystalle 1867 pag. 46) bekam beim künstlichen Chlorkalium ähnlich verzerrte Bilder, die zur Wachsthumtheorie benützt werden.

Für ein so klares Salz auffallend mild, pommeranzengelb durch Eisenchlorid, stechend salziger Geschmack, H. = 1—2, Gew. 1,6. $N H^4 Cl = N H^4 Cl$, in Wasser leicht löslich, und verflüchtigt sich ohne vorher zu schmelzen vollständig im Kolben, setzt sich aber unverändert wieder ab. Mit Soda starken Ammoniakgeruch. Concentrirte Laugen von Salmiak lösen heiß die Beryllerde, worauf das beste Trennungsmittel von der Thonerde beruhen soll (Dr. Weeren Pogg. Ann. 92. 101), seine Gegenwart befördert auch die Löslichkeit von kohlen-, schwefel- und phosphorsauren Salzen wesentlich. Bei Kohlen- und Erdbränden sublimirt es leicht, da Ammoniak besonders in den Steinen des Flözgebirges sehr verbreitet ist, wie der Geruch der Stinksteine, Belemniten, Solnhoferschiefer ꝛc. deutlich genug zeigt. Wahrscheinlich haben die Vulkane auch nicht einmal lediglich im Erdinnern ihre Ammoniakquelle; Bunsen meint sogar (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 56. 55), daß Salmiak erst außerhalb der Vulkane erzeugt werde, indem die Salzsäure auf die Vegetation einwirke, was freilich manche Gründe gegen sich hat, Jahrb. 1870. 268. Doch entsteht am Vesuv und Aetna im zweiten Stadium der Fumarolen öfter soviel, daß ein kleiner Handel damit getrieben wird, und die Umwohner des Vulkans von Turfan (Hotscheou) und Kutsche (Pe-Schan) in Hochasien müssen sogar dem Kaiser von China ihren Tribut damit zahlen. Es sollen rauchende Solfataren von mehreren Stunden Durchmesser sein, welche das weiße Salz fortwährend bilden. Mit Eisenchlorid färbt er die Laven pommeranzengelb. Früher versah Aegypten, wo er seit alter Zeit aus Kameelmist bereitet wird, ganz Europa mit diesem wichtigen Arzneimittel, gegenwärtig hat man viel Mittel ihn darzustellen, doch da er auch in der Färberei, beim Löthen und Verzinnen, beim Goldschmelzen ꝛc. Anwendung findet, so war er lange ein kostbares Material. Gegenwärtig bieten die Ammoniakwasser der Gasfabriken eine reichliche Quelle, die auch dem Ackerbau zu gute kommt, dem er als schwefelsaures Ammoniak zugeführt wird. Durch Verwesung der Thiere entsteht auf dem Lande und im Meere Ammoniak, was durch die Luft und Regen den Pflanzen wieder zu gute kommt.

Die Würfelform der Krystalle kommt bei einer Reihe von künstlichen Salzen vor, die in ihrer Constitution große Aehnlichkeit haben. Wie Salz, Salmiak, Chlorkalium, hat auch Chlorlithium L Cl Würfel vom Geschmack des Kochsalzes. Jodnatrium, Jodkalium, Bromnatrium, Bromkalium, Fluornatrium, Fluorkalium, Cyankalium, Jodammonium ꝛc. treten alle würfelig auf. Platinsalmiak und Iridsalmiak sind wenigstens regulär. So ließe sich die Sache noch weiter ausdehnen.

Nitrate.

Das Radical der Salpetersäure ($\bar{\ddot{N}}$) ist Stickstoff. Wenn es schon beim Salmiak unwahrscheinlich war, daß der Stickstoff aus dem Erdinnern stamme, so ist es bei der Salpetersäure noch unwahrscheinlicher, da ihre Salze immer nur als Ausblühungen oder in oberflächlichen Erdschichten eine Rolle spielen. Nicht blos Pflanzen und Thiere erzeugen Stickstoffverbindungen, sondern auch der Blitz kann auf direktem Wege den Sauerstoff und Stickstoff der Luft miteinander vereinigen. Zwar fördern auch heiße Quellen (Aachen, Wildbad, Wisbaden ꝛc.) Stickstoff als Gas, oder gar in Verbindungen, die man nach einer Quelle bei Barège in den Pyrenäen Barègine genannt hat, wodurch heiße Quellen überhaupt etwas nach Fleischbrühe riechen und schmecken sollen. Allein das läßt sich leicht durch Eindringen der Tagewasser erklären, deren Luft desoxydirt wird.

1. Salpeter.

Sal petrae schon von Geber im 8ten Jahrhundert erkannt. Darunter versteht man vorzugsweise den Kalisalpeter $\dot{K}\,\bar{\ddot{N}} = N\,K\,O^3$ (Kaliumnitrat), dem das zerfließliche Kaliumnitrit ($N\,K\,O^2$) zur Seite steht. Die Alten und noch Agricola begreifen ihn unter Nitrum, Potasse nitratée. Den künstlichen bekommt man in schönen Krystallen, daher legte schon Linné ein besonderes Gewicht auf seine Krystallisationskraft, und nannte den Quarz Nitrum quartzosum.

Zweigliedrig wie Aragonit: eine geschobene Säule $M = a : b : \infty c$ macht 119° 24′, deren scharfe Kante durch $h = b : \infty a : \infty c$ gerade abgestumpft wird. Beide sind etwas blättrig, und gleichen regulären sechsseitigen Säulen, wie sie Hauy und seine Vorgänger nahmen. Als Zuschärfung herrscht gewöhnlich $i = c : \frac{1}{2}b : \infty a$ 71° in der obern Kante, kommt dazu noch das Oktaeder $o = a : b : c$, so hat die scheinbar reguläre sechsseitige Säule auch noch ein scheinbares Dihexaeder io zur Endigung aber mit 4 + 2 Endkanten: i/o = 132° 28′, und o/o = 131° 27′. Daraus folgen die Axen

$$a : b = 0{,}8403 : 1{,}426 = \sqrt{0{,}7061} : \sqrt{2{,}035},$$

$$lga = 9{,}92445,\ lgb = 0{,}15430.$$

$P = b : c : \infty a$ 109° 56′ liegt klein über i, $x = b : \frac{1}{2}c : \infty a$, $z = b : 4c : \infty a$, $f = a : b : \frac{1}{2}c$. Auch die Zwillinge haben die Säulenfläche M gemein und liegen umgekehrt. Nach Frankenheim (Pogg. Ann. 92. 356) zerfällt er durch Erhitzen in kleine Rhomboeder.

Optische Axen (Pogg. Ann. 50. 376) liegen wie beim Aragonit in der Axenebene bc, machen einen Winkel von 5° 20′, welchen die Hauptaxe c halbirt. Schneidet man die Säule senkrecht gegen die Mittellinie, so bekommt man in der Turmalinscheere Lemniscaten zu Gesicht. Da durch-

sichtige Stücke leicht zu erwerben sind, so war Salpeter einer der ersten, den Brewster (Phil. Trans. 1814. 203) untersuchte. Vergleiche auch Schrauf Jahrb. 1865 pag. 46.

Der Querbruch der Säulen zeigt einen eigenthümlichen starken Fettglanz, Härte = 2, Gew. 1,9. Geschmack scharf bitterlich kühlend. Krystalle in die Hand genommen zeigen am Ohr ein auffallendes Knistern. Auf Kohle schmilzt er anfangs wie Eis, so bald aber die Kohle glühend wird, verpufft er wie Pulver. In 2 Theilen heißen und 3 Theilen kalten Wassers löslich. Die Krystalle haben viele Höhlungen, welche Mutterlauge einschließen. Durch Schmelzen nimmt die Masse daher ein kleineres Volumen ein.

Salpeter erzeugt sich auf der Erdoberfläche besonders nach Regen als flockige oder mehlige Anflüge, in warmen Gegenden mehr als in kalten, zumal wenn der Boden mit organischen Theilen angeschwängert ist (Kuh- und Pferdeställe). Man legte daher früher künstliche Salpeterplantagen an. In den Gangesebenen kann der Boden stellenweis bis auf 150′ Tiefe ausgelaugt werden, im Tirhut, am Norduferlande der Ganges-Mittelstufe bis zu der Vorkette des Himalajah zerfrißt der wollige Mauersalpeter alle Häuser bis zum Dach hinauf, so daß die Ausfuhr von Indien jährlich über 2 Mill. Centner betragen haben soll. Die Ebenen der untern Wolga, Donau, des Ebro sind nicht so reich. In Ungarn, wo Mist zur Last wird, finden sich in der Nähe der Dörfer Salpeterquellen, die bei ihrem Heraustreten alle Vegetation vertilgen, und in Pfützen zur trocknen Jahreszeit Salpeter auskrystallisiren. Er entsteht hier offenbar durch Faulung stickstoffhaltiger Substanzen, frißt wie ein Schorf in die Wände der Felsen und Mauern, anfangs zeigt sich nur ein runder Fleck, der immer weiter um sich greift, die Masse lockert, und endlich zusammengekehrt werden kann (Kehrsalpeter). Salpeter in Trinkquellen durch Auflösung von Diphenylamin in concentrirter Schwefelsäure erkannt, liefert ein wichtiges Zeichen von Verunreinigung. Ein zweites eigenthümliches Vorkommen bilden die

Salpeterhöhlen, die fast ausschließlich dem Kalk- und Dolomitgebirge angehören. Das erste Aufsehen unter den Gelehrten erregte der Pulo bei Molfetta in Apulien, welchen Fortis 1783 entdeckte (Klaproth Beitr. I. 317). Dort in den verschlossenen Räumen, vor Regen gesichert, bildet der Salpeter eine mehrere Linien dicke Kruste auf weißem Kalkstein, die abgenommen nach einigen Monaten sich wieder ersetzt. Ceylon, Tejuco in Brasilien, und die Kalksteine im Missuri und Missisippi Gebiet haben ähnliche Vorräthe. Die Bernhardushöhle bei Homburg am Main westlich Würzburg liegt auf Buntensandstein im Kalktuff, der nach Niest 1 p. C. Salpeter enthält, und daher längst berühmt war. Die Schwierigkeit der Frage dreht sich allein darum, woher kommt die Salpetersäure? Schon Humboldt (Gilbert's Ann. I. 513) hegte die Vermuthung, daß die Hauptquelle in der atmosphärischen Luft liege. Dr. Goppelsröder (Pogg. Ann. 115. 125) zeigte, daß sich in der Atmosphäre von Viehställen

gar bald salpetrichtsaure Salze (Nitrite) bilden, die dann weiter zu salpetersauren (Nitraten) fortschreiten. Nach Schönbein bildet sich schon bei bloßer Verdunstung des Wassers salpetrichtsaures Ammoniak.

Kalksalpeter $\dot{Ca}\,\ddot{\ddot{N}}\,\dot{H}$ (Mauersalpeter) besonders an Mauern von Viehställen, zuweilen in kleinen haarförmigen Krystallen. Shepard fand in den Höhlen von Kentucky 10 p. C. Wasser. Er und Magnesiasalpeter $\dot{Mg}\,\ddot{\ddot{N}}\,\dot{H}$ können zur Darstellung des ächten Salpeters benutzt werden.

75 Theile Salpeter, 13 Kohle und 12 Schwefel geben das Schießpulver, welches entzündet sich zu N, $\ddot{C}$ und K S zersetzt. Mittelst Destillation mit Schwefelsäure erhält man Salpetersäure daraus. Gebrauch in der Arzneikunde, als Beizmittel von Schnupftabak, in der Färberei.

2. Natronsalpeter $\dot{Na}\,\ddot{\ddot{N}}$.

Nitre cubique de L'Isle Essai Cryst. 72. Im Handel nach seinem Fundort Chilisalpeter genannt, Rhomboedrisch wie Kalkspath, die schönen künstlichen Krystalle haben einen Endkantenwinkel von 106° 33′, sie sind deutlich blättrig, und zeigen starke doppelte Strahlenbrechung, können also optisch wie Kalkspath angewendet werden. Gew. 2,1, Härte = 2. Gewöhnlich farblos. Hat 9 p. C. Salpetersäure mehr als Kalisalpeter.

Auf glühender Kohle weniger lebhaft verpuffend als Kalisalpeter, wird von der Luft leicht feucht, ist daher zur Pulverfabrikation nicht brauchbar. Besonders schön in Körnern mit kalkigem Sand gemischt am Chilenischen Küstenstrich südlich Tarapaca in 4000′ Höhe. Durch 1000′ bis 3000′ steile Klippen gefährdet erleichtert jetzt eine Eisenbahn den Verkehr. Eine ganz oberflächliche bis 8 Fuß mächtige Schicht zwischen Thon mit gefärbten Muscheln erstreckt sich wohl 30 Meilen weit fort, und wird im Hafen von Iquique ausgeführt, hauptsächlich nach England, Frankreich, Deutschland, 1859 etwa $1\frac{1}{2}$ Millionen Centner à 6 fl., 1873 schon 4 Millionen. Man schätzt den ganzen Vorrath auf etwa 1200 Millionen. Dient hauptsächlich als wirksames Düngungsmittel (Boussingault Compt. rend. 41. 845). Da es an dieser tropischen Küste nie regnet, so ist die Bildung aus dem Meere erklärlich (Leonhard's Jahrb. 1853. 835). Der Boden von Ceylon und Bengalen war lange Monopol, erst durch Staßfurt wurde England gezwungen den Zoll aufzuheben, der Centner fiel von 48 schnell auf 25 Mark, und jetzt beherrschen Chili und Staßfurt den Markt, da mit Chlorkalium leicht ein „Conversionssalpeter" dargestellt werden kann.

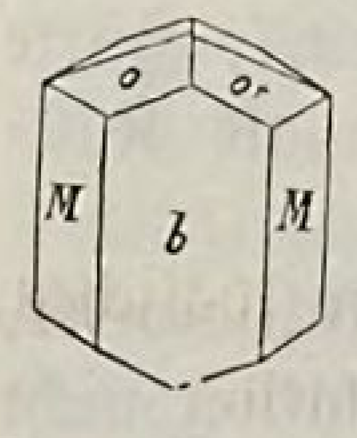
An den scheinbaren Isomorphismus zwischen $\dot{Ca}\,\ddot{C}$, $\dot{Na}\,\ddot{\ddot{N}}$, $\dot{K}\,\ddot{\ddot{N}}$, Bournonit und Rothgülden, unter Dimorphismus versteckt, wurde oben schon erinnert pag. 179. Nach Frankenheim (Pogg. Ann. 40. 447) soll auch der Kalisalpeter, besonders aus der Weingeistlösung, in Rhomboedern

von 106° 36′ sich bilden, die Rhomboeder liegen zwischen den zweigliedrigen Nadeln, und die Nadeln verzehren gewöhnlich die Rhomboeder.

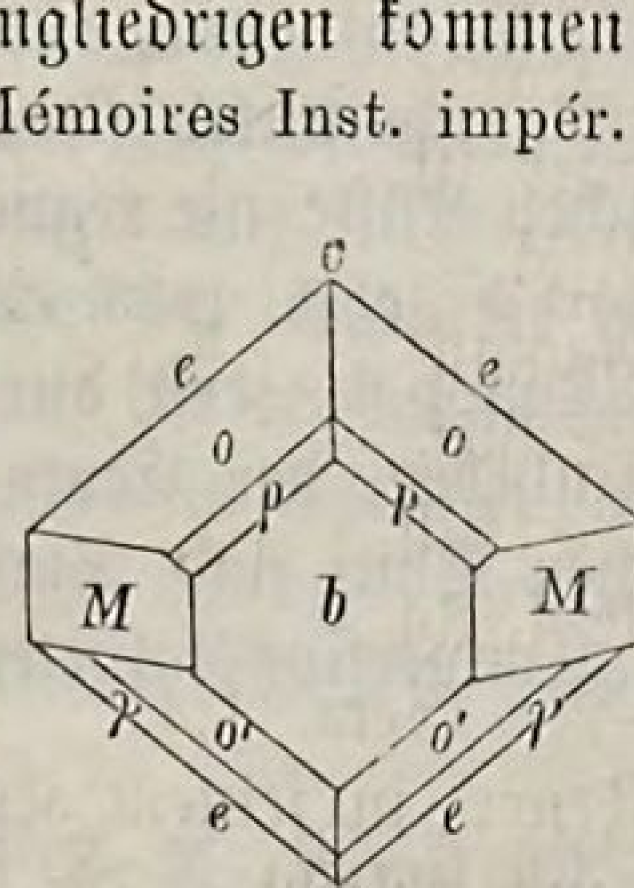
$\dot{P}b\,\ddot{\overline{N}}$, $\dot{B}a\,\ddot{\overline{N}}$, $\dot{S}r\,\ddot{\overline{N}}$, bilden sich in sehr schönen regulären Krystallen mit Oktaeder, Würfel und Pyritoeder. Das Pyritoeder tritt sehr bestimmt untergeordnet am Oktaeder in gleichschenkligen Dreiecken auf. Nach Scacchi (Pogg. Ann. 109. 366) können auch Tetraeder entstehen. Unter andern künstlichen Stickstoffverbindungen zeichne ich nur die zwei so gewöhnlichen Blutlaugensalze aus:

Gelbes Blutlaugensalz, Kalium-Eisencyanür $2\,K\,Cy + Fe\,Cy + \dot{H}^3$, bildet ausgezeichnete 4gliedrige Tafeln, der blättrige Bruch der Geradendfläche c : ∞a : ∞a ist so deutlich als beim Uranglimmer, das Oktaeder a : a : c hat nach Bunsen (Pogg. Ann. 36. 404) 97° 56′ End- und 136° 24′ Seitenkante; sein nächstes stumpferes a : c : ∞a ist seltener und nicht ganz sicher, ebenso die 2te Säule a : ∞a : ∞c. Daher trifft man meist nur einfache Tafeln des Blätterbruchs, an welchen das Oktaeder die Seiten unter gleichen Winkeln zuschärft. Sehr leicht in den schönsten Krystallen aus Fabriken zu erlangen. Optisch von Interesse, da es stellenweis 2axig wirkt. Isomorph mit Ammonium-Eisencyanür.

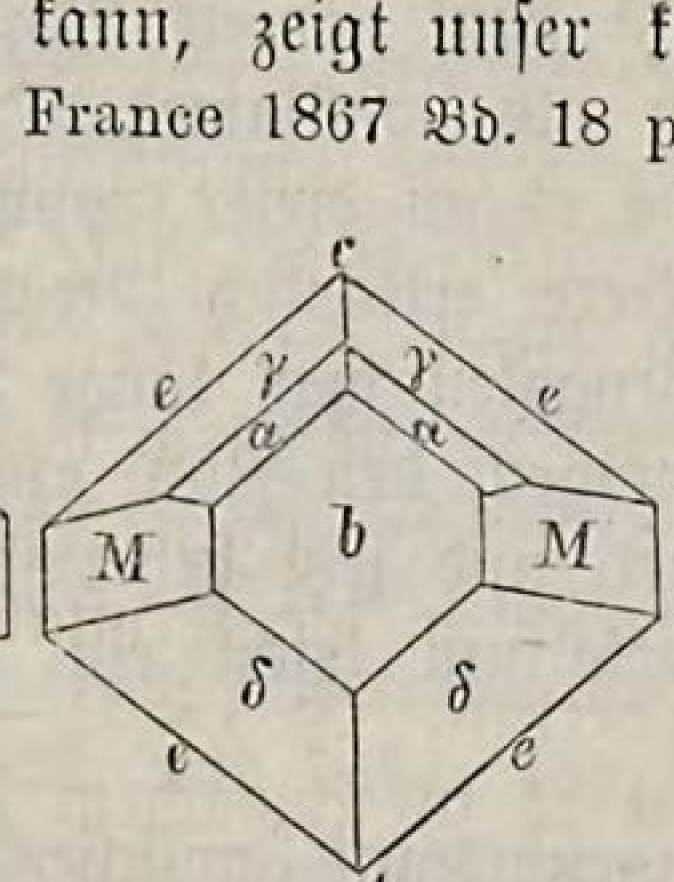
Rothes Blutlaugensalz, Kaliumeisencyanid $3\,K\,Cy + \overline{Fe}\,Cy^3$ kann man 2gliedrig stellen. Es bildet ganz eigenthümlich bauchige Säulen M = a : b : ∞c von etwa 104° in der vordern Kante, die man an allen Krystallen wegen ihres absonderlich rundlichen Ansehens sogleich wieder erkennt.



Durch die blättrige Abstumpfung der scharfen Säulenkante b = b : ∞a : ∞c werden die Krystalle zuweilen tafelartig. Das Oktaeder o = a : b : c fehlt nie, auch ist gern der Anfang eines Paares e = a : c : ∞b vorhanden, ebenfalls mit ungefähr 103° in der Axe c. Kopp (Einleitung § 357) nimmt das Oktaeder o als zwei augitartige Paare, und stellt den scharfen Winkel M/M vorn, wie in unserer Figur, und allerdings scheinen Zwillinge vorzukommen, welche b gemein haben und umgekehrt liegen. Wie nahe übrigens das Zweigliedrige dem Zweiundeingliedrigen kommen kann, zeigt unser künstliches Salz: Descloizeaux (Mémoires Inst. impér. France 1867 Bd. 18 pag. 158) zeigte, daß die Kante e/e gegen b 90° 6′ mache, also kaum um 6 Minuten abweiche, und geht wieder von $o = d^{\frac{1}{2}}$ = a : b : c und $o' = b^{\frac{1}{2}}$ = a′ : b : c aus, stellt aber den Blätterbruch b = a : ∞b : ∞c nach vorn, und e = b : c : ∞a seitlich.



vorn



hinten

Die übrigen Flächen sind $\gamma = (b^1 d^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{2}})$ = b : c : 2a; $\alpha = (b^1 b^{\frac{1}{5}} h^{\frac{1}{2}})$ = b : c : ⅔a′; $\delta = (d^1 d^{\frac{1}{5}} h^{\frac{1}{2}})$ = b : c : ⅔a, $p = (d^1 d^{\frac{1}{3}} h^1)$ = b : c : ½a.

Das Merkwürdige daran ist, daß blos zu b, M, e und γ die Parallelen vorhanden sind, von allen übrigen Paaren dieselben fehlen, wie eine Vergleichung der beiden nebeneinander gestellten Hälften zeigt. Denn hinten hat zwar $\alpha = b : c : \frac{2}{5}a'$ in $\delta = b : c : \frac{2}{5}a$ ein Gegenstück, aber vorn fehlen von beiden die Parallelen, sie bilden zusammen nur ein Halbes Oktaeder; ebenso sind o, o' und p nur vorn und fehlen hinten. Nach den Winkeln könnte man daher über das System schwanken, optisch dagegen fallen zwar die Axen in die Medianebene senkrecht zum Blätterbruch, allein die Mittellinie (Bissectrice aigue) fällt nicht mit Axe c zusammen, sondern macht damit nach vorn einen kleinen Winkel von 3° 53'. Für die Orientirung genügt die **bauchige Säule**, welche zuweilen so vorherrscht, daß sich die Säulenflächen an beiden Enden allmälig zuspitzen, und scheinbar ein bauchiges zweigliedriges Oktaeder bilden, wie der Calcit von Sangerhausen. Wenn statt Eisen Mangan, Kobalt und Chrom kommt, so ändert das die Form nicht. Cyan ist Kohlenstickstoff $C^2 N^2$, die beide im Statu nascente sich leicht verbinden. Auf frischen Aetnalaven wird sogar silberglänzendes Stickstoffeisen $Fe^5 N^2$ mit 9,2 N gefunden.



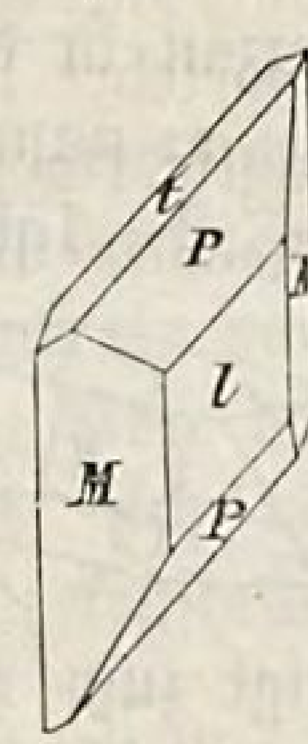
Carbonate.

Vergleiche oben pag. 477—529. Hier nur die im Wasser löslichen, welche künstlich schöner werden, als sie in der Natur vorkommen.

1. Soda $\dot{Na}\,\ddot{C} + 10\,\dot{H}$.

War das Nitron des Herodot 2,86, womit die Aegyptier Monate lang ihre Leichen beizten, das Hebräische Neter, unser Natron. Plinius 31. 46 beschreibt die Gewinnung aus den Aegyptischen Natronseen.

Die großen künstlichen Krystalle der Fabriken bilden scheinbare Rhombenoktaeder PPMM, ähnlich dem Schwefel, mit abgestumpfter stumpfer Ecke l, allein nur die Kante P/P ist durch die Schiefendfläche t abgestumpft, daher ist es 2 + 1gliedrig (Pogg. Ann. 5. 369). Die Säule M/M = 79° 41' hat vorn ihren scharfen Winkel, und der Medianwinkel der Augitpaare P/P = 76° 28' ist durch die Schiefendfläche t gerade abgestumpft, welche gegen Axe c sich unter 57° 40' neigt. Leider zerfallen die Krystalle leicht zu Mehl in Folge von Wasserverlust. H. = 1—2, Gew. 1,4.



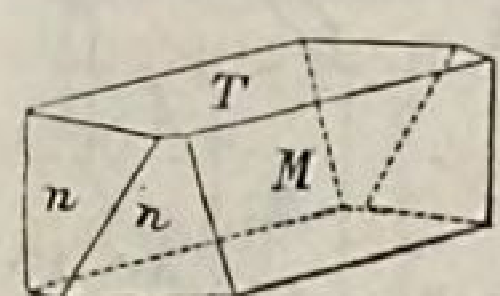
Vor dem Löthrohr schmilzt es in schwachem Feuer in seinem Krystallwasser, in dem zuletzt ein Sodamehl $\dot{Na}\,\ddot{C}\,\dot{H}$, zurückbleibt. Die zu Mehl verwitterten Krystalle liefern die bekannte Soda zu Löthrohrversuchen. Als wasserfreie Efflorescenz wird sie aus dem Thonschiefer der Grube Neue Margarethe bei Clausthal aufgeführt. Das Natron zur

Soda wird vom Steinsalz genommen, welches sich mit $\dot{H}\,\ddot{S}$ leicht zersetzt pag. 622; $\dot{N}a\,\ddot{S}$ wird nun mit C und $\dot{C}a\,\ddot{C}$ geglüht, es bildet sich Na S, welches $\dot{N}a\,\ddot{C}$ und unlösliches Ca S liefert. Ein anderes Verfahren ist mittelst Kohlensäure und Ammoniak: eine ammoniakalische Kochsalzlösung mit Kohlensäure gesättigt gibt Ammoniumbicarbonat, das sich mit Salz in Salmiak und Natriumbicarbonat umsetzt.

Kommt in der Natur meist nur als mehliger Beschlag vor. Der altbekannte Fundort des Natrons sind die Natronseen in Unterägypten (Ritter Erdkunde I 860) in einem ausgetrockneten Nilarm im Westen des Deltalandes (Thal der Natronseen), ein etwa 4 Stunde langer und $\frac{1}{4}$ Stunde breiter Winters 6′ tiefer Graben mit violettem Wasser (großer Natronsee), das Wasser verdunstet und läßt die Soda in 4′—5′ mächtigen Schichten fallen, gemischt mit 36 Na Gl und 16 $\dot{N}a\,\ddot{S}$. Der kleine Natronsee liegt eine Tagereise westlich Alexandrien. Aegypten führte 1820 gegen 200,000 Ctr. Soda aus. In Ungarn bedeckt sich während der heißen Jahreszeit die Haide von Debreczin (Jahrb. 1865. 629) mit blendend weißen Krystallnadeln, man glaubt ein Schneefeld zu sehen. Das Kohlensaure Kali, was mit Wasser leicht zerfließt, bleibt dagegen im Boden, und dient zur Salpeterbildung. Auch die Vulkane auf ihren Lavaströmen (Jahrb. 1870. 269) produciren. Wie die Asche der Binnenpflanzen Kali, so liefert die der Strand- und Seepflanzen Soda. Gegenwärtig wird die meiste aus Kochsalz und Glaubersalz dargestellt. In der Seifensiederei und Glasfabrikation wichtig, Plinius 36. 65 erzählt: appulsa nave mercatorum *nitri*, cum sparsi per litus epulas pararent, . . . glebas nitri e nave subdidisse. Quibus accensis permixta arena litoris, translucentes novi liquoris fluxisse rivos, et hanc fuisse originem vitri.

2. Trona $\dot{N}a^2\,\ddot{C}^3 + 4\,\dot{H}$.

Ein Sesquicarbonat kommt unter diesem arabischen Namen von Fezzan in den Handel, in Columbien heißt es Urao, Klaproth Beitr. III. 83 nannte es strahliges Natrum. Nach Haidinger (Pogg. Ann. 5. 367) 2 + 1gliedrig: eine geschobene Säule n/n vorn 132° 30′, auf deren



scharfe Kante der deutlich blättrige Bruch M gerade aufgesetzt ist, gegen Axe c 49° 25′ geneigt, T/n 103° 45′, die rhomboidische Säule M/T 103° 15′.

Härte = 2—3, Gew. 2,1. Weiß, der Blätterbruch neigt zum Perlmutterglanz. Kommt in Platten vor, gegen welche die excentrisch strahligen Blättchen quer stehen. Braust stark mit Säure, hält sich aber an der Luft, und dient daher zu Bausteinen. In der Provinz Suckena zwei Tagereisen von Fezzan als jüngeres Gebilde, ebenso zu Lagunilla bei Merida in Columbien. Auch die Natronseen in Aegypten erzeugen dasselbe meist mit Zwischenlagen von Steinsalz, aus welchen die Mauern eines alten Kastells Quasser erbaut sein sollen, wozu sich Soda unmöglich eignen würde. Schon Plinius 31. 39 sagt, Gerrhis

Arabiae oppido muros domosque massis salis faciunt, aqua ferruminantes. Die Darstellung der künstlichen Krystalle gelingt nicht immer, man bekommt sie in Sodafabriken mehr durch Zufall (Pogg. Ann. 34. 160), auch kann man die natürlichen nicht umkrystallisiren lassen. Der Wassergehalt der kohlensauren Natronsalze ist sehr verschieden, je nach der Temperatur, unter welcher sie krystallisiren:

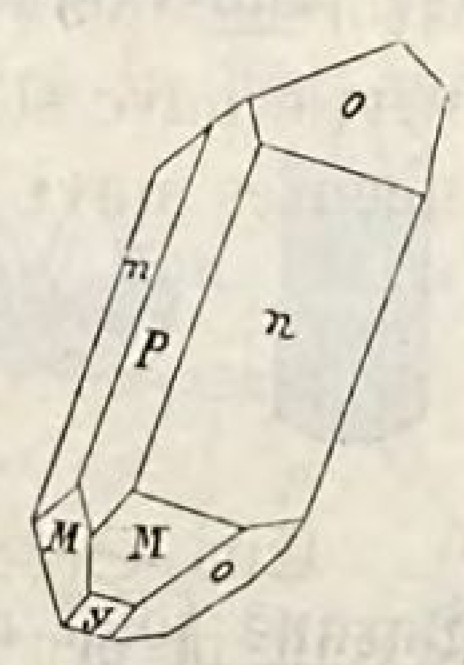
Thermonitrit, prismatisches Natronsalz Haidinger (Pogg. Ann. 5. 369) $\dot{N}a\,\ddot{C} + \dot{H}$, bildet sich beim Abdampfen der gesättigten Lösung zwischen 25°—37° C (Pogg. Ann. 6. 87) in 2gliedrigen Tafeln M = a : b : ∞c 96° 10′, die scharfe Kante durch b = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft, d = c : $\frac{1}{2}$b : ∞a 72° 10′ in Axe c, das Oktaeder o = a : b : c, auf M gerade aufgesetzt. Soll sich auch in warmen Gegenden finden.

$\dot{N}a\,\ddot{C} + 5\,\dot{H}$ (Pogg. Ann. 32. 303) bildete sich in der Alaunfabrik zu Buxweiler im Elsaß zufällig in „hemiprismatischen Oktaedern".

$\dot{N}a\,\ddot{C} + 7\,\dot{H}$ sind luftbeständige 2gliedrige Oblongtafeln, krystallisiren aus einer Lösung, die Natronhydrat enthält. Sind luftbeständig.

3. Gaylussit Boussingault.

Natrocalcit. $\dot{N}a\,\ddot{C} + \dot{C}a\,\ddot{C} + 5\,\dot{H}$ mit 33,8 kohlens. Kalk. Findet sich in großer Menge zu Lagunilla südöstlich Merida in Columbien über der Trona im Thon um und um krystallisirt, Pogg. Ann. 7. 97, und in Nevada bei Ragtown, Jahrb. 1867. 211. Nach Phillips (Pogg. Ann. 17. 556) 2 + 1gliedrig: eine blättrige Säule M = a : b : ∞c bildet vorn 68° 50′; Schiefendfläche P = a : c : ∞b dehnt sich gewöhnlich lang aus, macht vorn in P/M 96° 30′ und ist 78° 27′ gegen die Axe c geneigt; ein augitartiges Paar o = a′ : c : $\frac{1}{2}$b 110° 30′ in der Mediankante auf der Hinterseite; n = a : c : $\frac{1}{4}$b aus der Diagonalzone von P bildet über P 70° 30′; eine dreifach schärfere y = a′ : 3c : ∞b. Alle diese Flächen stehen in einem schönen Deductionsverhältniß, wie beim Feldspath. Optische Axen liegen in einer Schiefendfläche, die im Mittel 16° gegen Axe c macht, b optische Mittellinie. H. = 2—3, Gew. 1,9. Frisch sind sie klar, nach ein paar Monaten verlieren sie aber Krystallwasser und werden trüb. Vor dem Löthrohr schmelzen sie leicht zu trüber Perle, im Wasser löst sich das Natronsalz, und der Kalk bleibt zurück, daher ist er zu Afterkrystallen besonders geeignet.



Calcit von Oberndorf bei Sangerhausen in Thüringen besteht aus trüben weißen Krystallen, die man für bauchige Rhombenoktaeder nehmen kann, ähnlich den Mißbildungen des rothen Blutlaugensalzes pag. 635. Sie sind auch in Ungarn und Schleswig vorgekommen und enthalten nach Karsten 94,4 $\dot{C}a\,\ddot{C}$. Man sah sie als Gaylussit an, der sein kohlensaures Natron und Krystallwasser abgegeben hat.



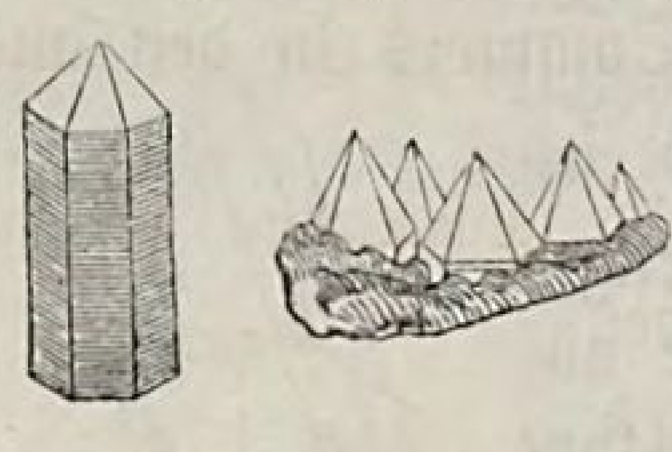
Sulphate.

Die wasserbeständigen schwefelsauren Salze haben wir pag. 530—551 aufgeführt. Die Schwefligesäure und Schwefelsäure spielt aber in Vulkanen und bei Zersetzungsprozessen der Schwefelmetalle noch eine bedeutende Rolle, wodurch eine Reihe von Salzen erzeugt wird, die jedoch meistens die Schönheit der künstlichen nicht erreichen. Mitscherlich (Pogg. Ann. 18. 168) hat gezeigt, daß besonders die Selensäure $\dddot{S}e$, Chromsäure $\dddot{C}r$ und Mangansäure $\dddot{M}n$ isomorph mit Schwefelsäure sind.

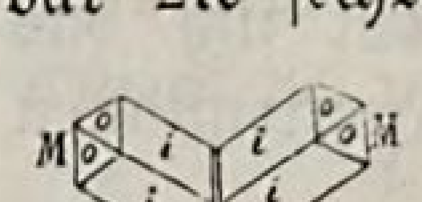
1. Schwefelsaures Kali $\dot{K}\,\dddot{S}$.

Arcanit und Glaserit, denn es ist das Arcanum duplicatum oder das Sal polychrestum Glaseri der alten Chemiker, was man in so schönen künstlichen luftbeständigen Krystallen bekommt, und das als große Seltenheit in dünnen Krusten die Laven des Vesuvs von Zeit zu Zeit überzieht, Smithson's Vesuvian Salt, Potassa Solfata Covelli Miner. Vesuv. 316. Bei der Bereitung der Salpetersäure, Essigsäure und englischen Schwefelsäure wird es als Nebenprodukt bekommen. Schon Romé de l'Isle (Essai Cryst. 1772. 62) beschrieb es vortrefflich, nannte es »un vrai Prothée dans la génération de ses Cristeaux«, die er dem Cristal de roche verglich.

2gliedrig mit auffallend dihexaedrischem Typus, wie Witherit: M = a : b : ∞c 120° 24′, h = b : ∞a : ∞c stumpft die scharfe Säulenkante ab, und ist blättrig, was sich beim Zersprengen mit dem Messer erkennen läßt. Oktaeder o = a : b : c nebst dem bauchigen Paare i = c : $\frac{1}{2}$b : ∞a, mit 67° 38′ in der Axe c, bilden eine scheinbar dihexaedrische Endigung.



Daraus folgt a : b = 0,7674 : 1,34. Verschwinden die Säulen, so entstehen förmliche ringsum gebildete Dihexaeder. Ja die Täuschung geht noch weiter: es kommt noch ein oberes Oktaeder f = 2a : 2b : c mit der Zuschärfung P = b : c : ∞a, die unter sich wieder ein scheinbares Dihexaeder bilden, ganz wie beim Witherit pag. 522. Ebenso eine scheinbar 2te sechsseitige Säule e = a : $\frac{1}{3}$b : ∞c und b = a : ∞b : ∞c. Dieß alles kann zu Mißdeutungen verführen, aber schon die Zwillinge weisen zur richtigen Erkenntniß, sie haben die Säulenfläche M gemein und liegen umgekehrt. Schließen sich also auch in dieser Beziehung an die Aragonitgruppe an.



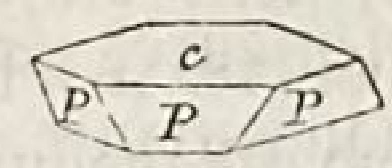
Die Ebene der optischen Axen ist bc, sie machen 67$\frac{1}{2}$°, welcher Winkel durch die Hauptaxe c halbirt wird. Man kann daher unmittelbar durch i die Farbenringe im Polarisationsmikroskop wahrnehmen.

H. = 2—3, Gew. 2,7. Es leuchtet, wenn es aus dem glasartigen Zustand in den krystallinischen übergeht (Pogg. Ann. 52. 451). Enthält 54 $\dot{K}$a,

verknistert leicht, schmilzt, und zieht sich in die Kohle, wo sich Schwefelkalium reducirt, wie man mit dem Pulver auf befeuchtetem Silberblech erkennt. Zu Roccalmuto bei Girgenti meßbare Krystalle im Miocenen Steinsalz (Pogg. Ann. Ergänzb. VI. 1873 pag. 359).

Selensaures Kali hat eine Säule von 120° 25′, Chromsaures Kali 120° 41′, Mangansaures Kali 121° 10′.

Schwefelsaures Kali kommt auch **rhomboedrisch** vor (Mitscherlich Pogg. Ann. 58. 468): wie Kupferglimmer und Eisenglanz bildet es Tafeln durch Ausdehnung der Geradendfläche c, gegen welche die Rhomboederflächen P einen Winkel P/c = 124° machen. Sind optisch einaxig, und bilden sich in Seifensiederlauge. Nach Scacchi hat das Vulkanische Salz einen bedeutenden Gehalt an $\dot{Na}\,\dddot{S}$, das auf 40 p. C. gehen kann, und rhomboedrisch krystallisirend als **Aphthalos** (Jahrb. 1875. 620) vom Arcanit getrennt wird. Es ist gleichsam ein Uebergang zum Polyhalit unserer Salzgebirge.

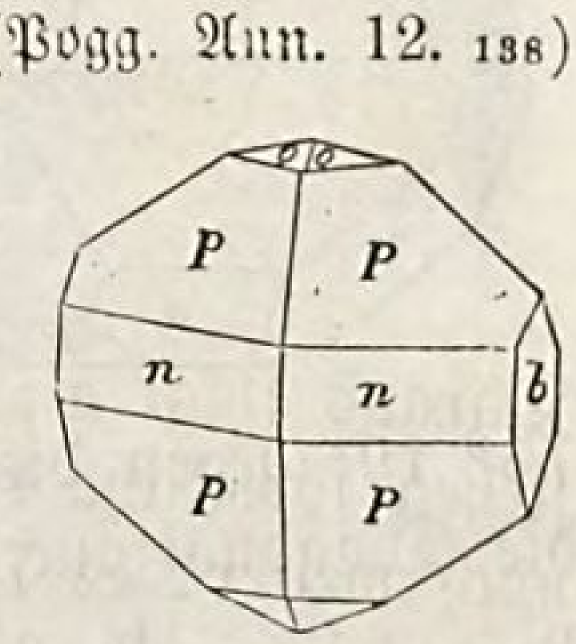


Misenit (Scacchi Erdmann's Journ. 55. 55) $\dot{K}\,\dddot{S}^2 + \dot{H}$, bildet sich als seidenglänzende Fasern im vulkanischen Tuff der Grotte von Misene. Es ist das bekannte saure schwefelsaure Kali, welches aus der wässrigen Lösung 2gliedrig wie Schwefel, beim Erkalten nach dem Schmelzen zweiundeingliedrig ähnlich dem Feldspath krystallisirt.

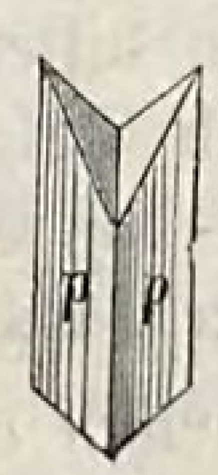
2. Schwefelsaures Natron $\dot{Na}\,\dddot{S}$.

Thenardit. Casaseca (Ann. chim. phys. XXXII. 308) fand es in den Salinas d'Espartinas bei Aranjuez, wo es sich Sommers in den aus dem Boden quellenden Salzwassern bildet.

Die künstlichen Krystalle sind nach Mitscherlich (Pogg. Ann. 12. 138) 2gliedrig, vorherrschend ein blättriges Rhombenoktaeder P = a : b : c, in der vordern Endkante a : c = 135° 41′, seitlichen Endkante b : c = 74° 18′, Seitenkante 123° 43′; die rhombische Säule n = a : b : ∞c macht vorn 129° 21′; die Abstumpfung der scharfen Seitenecke b = b : ∞a : ∞c sehr deutlich blättrig; Oktaeder o = a : b : ⅓c schärft die Endecke zu.



In der Bolivischen Salpeterwüste kommen undurchsichtige gelbe Oktaeder vor (Jahrbuch 1863. 566), die mit dem Anlegegoniometer sich sicher bestimmen lassen. Darunter finden wir häufig **Zwillinge**, welche sich mit der Seitenkante von 123.43 aneinander legen, und oben Aehnlichkeit mit den Schwalbenschwänzen des Gypses zeigen. Unser Bild zeigt die Individuen von der scharfen Kante p/p = 56° 17′, dieselben schmiegen sich so aneinander, daß man eine einfache Säule zu haben meint, woran die seitlichen Oktaederecken nach entgegengesetzten Richtungen gehen. Eine ungewöhnliche Erscheinung, die aber dennoch dem gewöhnlichen Gesetz, Säule n/n gemein und umgekehrt, entspricht. Zu-



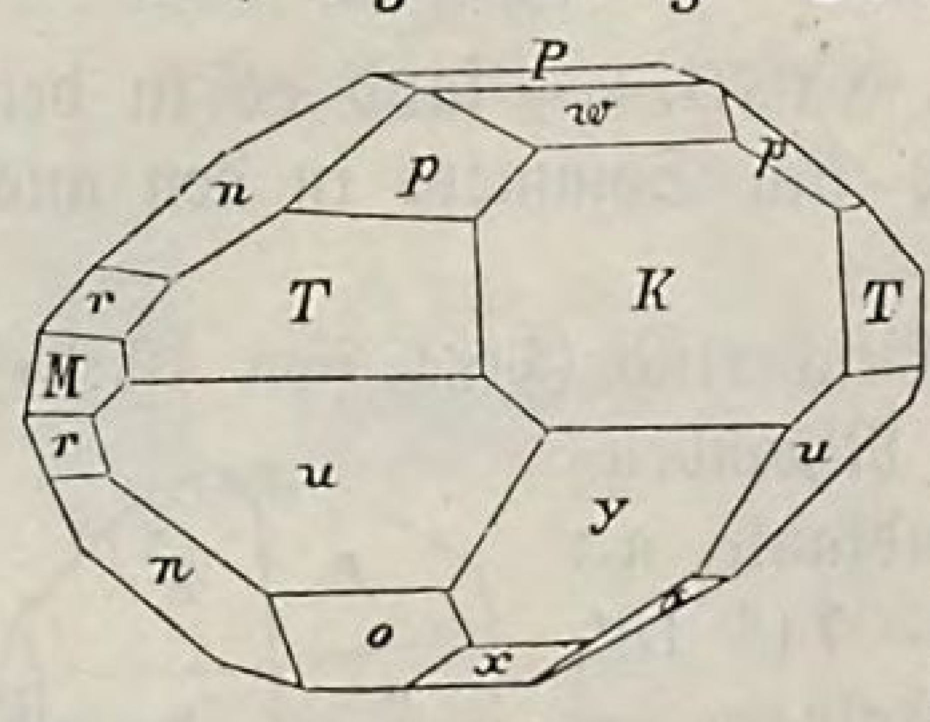
weilen durchkreuzen sie sich, und zeigen dann oben und unten einen Schwanz.

Härte 3, Gew. = 2,7. Zieht aus der Luft Wasser an, und überdeckt sich mit einem mehligen Beschlag, welcher die weitere Veränderung hindert. Wenn man dann die Krystalle bürstet, so werden sie wieder für eine Zeit lang glänzend. Wasserfreies Salz.

Schwefelsaures Silberoxyd $\dot{Ag}\,\dddot{S}$, selensaures Natron $\dot{Na}\,\dddot{Se}$ und selensaures Silberoxyd $\dot{Ag}\,\dddot{Se}$ sind damit isomorph. Auch der übermangansaure Baryt $Ba\,O\,M^2\,O^7$ hat die gleiche Form. Wird die heiße Lösung bedeckt, so krystallisirt sie sonderbarer Weise nicht; erst nach Abnahme der Bedeckung findet bei Berührung Krystallisation unter schwachem Leuchten Statt.

Schwefel- und Selensaures Natron haben die merkwürdige Eigenschaft, daß sie bei 33° C am löslichsten sind, erhitzt man stärker, so krystallisiren sie wasserfrei heraus, daher muß in Spanien das Wasser Sommers über 33° C warm sein, denn unter dieser Temperatur erhält man wasserhaltiges

Glaubersalz $\dot{Na}\,\dddot{S} + 10\,\dot{H}$, Sal mirabile Glauberi, daher Mirabilit Haidinger. Man bekommt es in ausgezeichneten künstlichen Krystallen, die aber durch 8 Atom Wasserverlust zu Mehl von $\dot{Na}\,\dddot{S} + 2\,\dot{H}$ zerfallen. Wie das Chromsaure Natron $\dot{Na}\,\dddot{Cr} + 10\,\dot{H}$ krystallisirt es



2 + 1gliedrig: Säule $T = a : b : \infty c$ bildet vorn den scharfen Säulenwinkel von 86° 31′, der deutliche Blätterbruch $M = b : \infty a : \infty c$ stumpft die stumpfe seitliche Säulenkante gerade ab, am größten pflegt $k = a : \infty b : \infty c$ zu sein, welche die scharfe vordere Säulenkante gerade abstumpft. Die vordere Schiefendfläche $P = a : c : \infty b$ neigt 72° 15′, und die hintere Gegenfläche $x = a' : c : \infty b$ 75° 19′ gegen die Axe c; das hintere Augitpaar $o = a' : c : \frac{1}{2}b$ fällt in die Diagonalzone von x und die Kantenzone T/P; $y = \frac{1}{3}a' : c : \infty b$, $n = a : c : \frac{1}{4}b$, $u = \frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b : c$, alles Ausdrücke wie die gleichnamigen Buchstaben beim Feldspath; $w = \frac{1}{3}a : c : \infty b$, $p = \frac{1}{5}a : \frac{1}{4}b : c$, $r = a : c : \frac{1}{8}b$.

Härte = 2, Gew. 1,5. Man muß es in feuchten Gläsern bewahren, wenn die Krystalle nicht zerfallen sollen. Als mehliger Beschlag von bitter kühlem Geschmack auf Gyps und Steinsalz häufig. Meerwasser und Salzsoolen enthalten es. $\dot{Mg}\,\dddot{S}$ und Na Gl zersetzen sich bei — 3° so, daß Glaubersalz entsteht, und Mg Gl in der Flüssigkeit bleibt (Elton-See), daher läßt man es Winters aus der Soole auskrystallisiren, bei Staßfurt, Berchtesgaden ꝛc. In einer Höhle von New-Albany (Indiana) in großer Menge, bei Logrono am Ebro mit Steinsalz wechsellagernd. Der **Zickstaub** am Neusiedler See, welcher 1865 im Juli gänzlich verschwand,

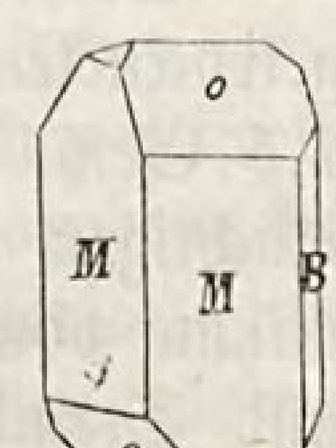
Jahrb. Geol. Reichsanst. 1866. 340, besteht aus verunreinigtem fatescirten Glaubersalz. Auch finden wir es unter den Efflorescenzen des Vesuvs. Als Arzneimittel und für Glasbereitung wichtig.

Mascagnin $\dot{A}m\,\ddot{S}\,\dot{H}$, Schwefelsaures Ammoniak mit einem Atom Wasser, kommt wie Salmiak als Sublimat bei Steinkohlenbränden und in Vulkanen hin und wieder vor. Die künstlichen Krystalle sind 2gliedrig, rhombische Säule $a : b : \infty c$ $107^0\ 40'$, $b : \infty a : \infty c$ etwas blättrig, Oktaeder $a : b : c$, und Abstumpfung der vordern Endkante des Oktaeders $a : c : \infty b$. Lecontit $\dot{N}a\,\dot{A}m\,\ddot{S}^2\,\dot{H}^4$ kommt 2gliedrig in Höhlen von Honduras vor, die Schwärmen von Fledermäusen zum Aufenthalt dienen, aus deren Excrementen entsteht (Silliman Amer. Journ. 26. 354).

3. Bittersalz $\dot{M}g\,\ddot{S}\,\dot{H}^7$.

Magnésie sulfatée, Haarsalz, Epsomit. Als wichtiges Arzneimittel schon lange gekannt, aber schwer bei ältern Schriftstellern von andern Salzen zu scheiden. Hippokrates erwähnte *Μαγνησία λίθος* als Abführungsmittel, und der Engländer Lister kannte schon 1684 die Krystalle (Grundriß Krystall. pag. 13), die Romé de l'Isle (Essai Crist. 1772 pag. 49 tab. III fig. 11) unter dem Namen Natron ganz vortrefflich abbildete. Die „Löslichkeit des Salzes gegenüber dem Gyps hat viel dazu beigetragen, die Talkerde von der Kalkerde zu unterscheiden": Black nannte 1755 die Erde Magnesia.

Zweigliedrig mit scheinbar tetraedrischer Hemiedrie. $a : b = \sqrt{3{,}008} : \sqrt{3{,}068}$. Säule $M = a : b : \infty c$ macht vorn $90^0\ 38'$, $B = b : \infty a : \infty c$ in der scharfen Kante ist etwas blättrig, und da sie gesetzmäßig erscheint, so geht schon daraus hervor, daß die Säule nicht quadratisch ist, wie Hauy Miner. II. 377 nahm. Man darf sie übrigens blos unter das Polarisationsmikroskop bringen, um sogleich den Irrthum zu erkennen. Das Oktaeder $o = a : b : c$ dehnt sich gar gern tetraedrisch aus, wie aus der Dachkante $o/o = 101.54$ an beiden Enden folgt, die kreuzweis einander gegenüber stehen. Es sind rechte und linke Krystalle möglich. Klein sind übrigens auch die Flächen des Gegentetraeders vorhanden, und da dieselben das gleiche physikalische Aussehen haben, so erscheint die Hemiedrie nicht recht durchgreifend. Im vollständigen Oktaeder schneiden sich die Kanten $a : c$ fast genau unter 120^0, da das Verhältniß $1 : \sqrt{3}$ gibt. An künstlichen Krystallen kommt r 101, q 011, 211, 121, 021, 201 ꝛc. vor.



Die optischen Axen liegen ungewöhnlicher Weise in der Geradendfläche $c : \infty a : \infty b$, die senkrecht auf den Blätterbruch B steht, Axe b fällt mit der optischen Mittellinie zusammen, welche den Winkel der Axen von $37^0\ 24'$ halbirt (Pogg. Ann. 82. 71), jede Säulenfläche zeigt daher einen Axenring.

Härte = 2—3, Gew. 1,8. Salzig bitter, von anhängendem Chlor-

magnesium feucht mit 51 p. C. Wasser. Zu Schemnitz etwas Kobalthaltig, Pogg. Ann. 31. 144. Auf glühende Kohlen geworfen schmilzt es zu einer weißen schwammigen Masse, darauf geblasen schmilzt der Schwamm zu einer Kugel, die schön leuchtet. Künstlich kann man sehr große wohlgebildete Krystalle haben, in der Natur aber kommen sie meist nur als haarige Ausblühungen vor. In den Kohlengruben bei Offenburg am Schwarzwalde fliegen kleine Flittern in der Luft herum, die sich fortwährend im Schieferthon zwischen dem Anthracit erzeugen. Das Haarsalz aus dem Alaunschiefer der Quecksilbergruben von Idria (Klaproth Beiträge III. 104), die schneeweißen Nadeln aus den Gypsbrüchen von Calatayud in Arragonien, die fasrig derben von Szamobar in Kroatien ꝛc. sind bekannt. Stalactitisch zu Herrengrund bei Neusohl von schöner blaß rosenrother Farbe, die von Kobaltvitriol herrührt. Beim Reiben wird es naß von eingeschlossener Mutterlauge. Die Steppen von Sibirien decken sich damit nach Regen wie mit Schnee. In den Talkschiefern von Oberitalien entsteht das Salz durch Zersetzung von Schwefelkies. Gypslösungen im Dolomit erzeugen Bittersalz, ebenso die Seen ohne Abfluß, besonders bei Kälte, weil das Salz dann viel unlöslicher im Wasser ist. Die Schweizer sammeln es daher auch an den Gletschern (Gletschersalz), obwohl es hier sehr unrein schon an Federalaun erinnert. Besondern Ruf haben die Bittersalzquellen von Epsham in England (daher Epsomsalz), Saidschütz und Seidlitz in Böhmen ꝛc. In den Abraumsalzen von Staßfurt kommen im Carnallit dünne Schichten von amorphem Bittersalz vor, die man Reichardtit genannt hat. Wohl zu unterscheiden vom

Kieserit $\dot{M}g\,\dddot{S}\,\dot{H}$ mit 13 p. C. Wassergehalt, was einem bei 100° getrockneten Bittersalz entspricht. Die derben gelblichgrauen Massen von 2,5 Gew. kommen bei Staßfurt unter den Abraum-Salzen in der 90′ mächtigen „Kieseritregion“ vor. An der Luft bläht er sich durch Aufnahme von Wasser, und zerfällt. Er ist immer durch Chlormagnesium und Steinsalz verunreinigt. Solche Gemische wurden beim Niederbringen des Bohrlochs schon **Martinsit** (10 Na Cl + $\dot{M}g\,\dddot{S}$) genannt, bis man endlich das wahre Verhalten richtig erkannte. Obwohl die Angaben über den Wassergehalt etwas schwanken, so liefert er doch unverkennbar ein Gegenstück zum Anhydrit: beide danken wohl diese merkwürdige Wasserarmuth der gleichen Ursache. Wie bei gebranntem Gyps findet mit Wasser auch ein schnelles Erhärten (Jahrb. 1866. 343) unter Erwärmen Statt, es bildet sich „Kieseritstein“, ein wichtiges Rohmaterial für Bittersalzfabriken. In den grobkörnigen Linsen des Salzthons von Hallstadt fanden sich sogar 2+1gliedrige Oktaeder, Jahrb. 1871. 759.

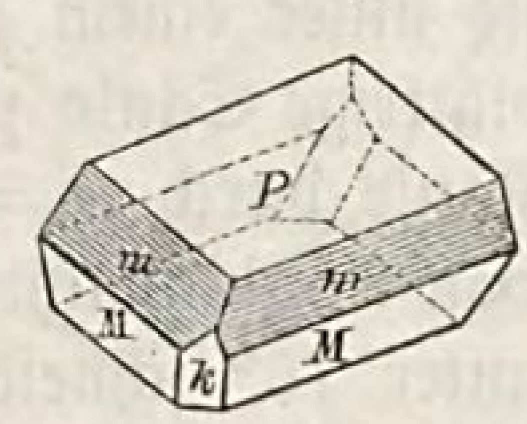
Zinkvitriol, Weißer Vitriol, Goslarit, Atramentum album Goslarianum Gesner und Agricola nat. foss. 589. $\dot{Z}n\,\dddot{S}\,\dot{H}^7$ krystallisirt genau wie Bittersalz. Säule 90° 42′ (91.5) a : b = 1,787 : 1,75). Aeußerlich dem Bittersalz vollkommen gleichend, vor dem Löthrohr auf Kohle leuchtet die Probe grünlich. Mischt sich leicht mit Bittersalz. In der Natur entsteht er durch Verwitterung der Blende, besonders wo die

Erze durch Feuersetzen gewonnen werden, wie zu Falun, Goslar, Schemnitz. Neuerlich auch bei Freiberg, Jahrb. 1875. 675. Im Rammelsberge meist stalactitisch, Klaproth Beitr. V. 193.

Nickelvitriol $\dot{N}i\,\dddot{S}\,\dot{H}^7$, krystallisirt unter 15° C 2gliedrig in schön grünen Säulen von 91° 10′, wie die vorigen; über 15° aber in scharfen viergliedrigen Oktaedern mit einem Seitenkantenwinkel von 139° 18′. Setzt man daher 2gliedrige Krystalle in verschlossenen Gefässen der Sonnenwärme aus, so stehen sie um, indem sich innen lauter kleine Quadratoktaeder bilden, und werden dadurch matt und brüchig (Pogg. Ann. 12. 146). Bei 30° sogar 2 + 1gliedrig, daher **trimorph!** In der Natur selten zu Riechelsdorf. Kobell's Pyromelin von der Friedrichsgrube bei Lichtenberg im Bayreuth'schen enthält etwas Arsenichte Säure. Wie die Temperatur auch in der Natur einwirkte, beweist der interessante

Tauriscit (Volger Jahrb. 1855. 152), welchen Dr. Lusser zu Altdorf in einem großen körnigen Klumpen auf der Windgälle etwa 7000′ hoch fand. Lockere hellgrüne scheinbar viergliedrige Säulen sind mit einzelnen Krystallen von monoklinem Eisenvitriol gemischt. Das Polarisationsmikroskop beweist sofort durch die Lage der Axen, daß wir es mit Bittersalzform zu thun haben. Volger fand die Flächen 111, 100, 010, 110, 101, 011, 120, 211, 121, 221. Es liefert das eine der interessantesten Bereicherungen dieser Gruppe. Zweigliedrig und isomorph mit Bittersalz sind Selen- und Chromsaure Bittererde und Zinkoxyd etc., versteht sich alle mit 7 Atom Wasser. Nach Haidinger (Pogg. Ann. 6. 191) bilden sich Bittersalz und Zinkvitriol aus concentrirten Lösungen bei höherer Temperatur in 2 + 1gliedrigen boraxartigen Krystallen. Hr. Prof. Nies in Hohenheim sucht hier auch den sehr Manganhaltigen Fauserit (Jahrb. 1865. 858) von Herrengrund in Ungarn hinzustellen und den türkischen Pisanit, obwohl letzterer monoklin die optischen Axen in der Medianebene hat (Descloizeaux Mém. Inst. France 1867. 157). Es sind neben Bittersalz noch eine ganze Reihe zusammengesetzter Salze zu nennen. Darunter zeichnen sich folgende drei aus:

a) **Glauberit** (Brongniart Journ. min. 1808. XXIII. 5), Brongniartin Leonh. $\dot{N}a\,\dddot{S} + \dot{C}a\,\dddot{S}$. Zweiunddeingliedrige ringsum gebildete Krystalle: M = a : b : ∞c bildet eine kurze Säule vorn mit 83° 20′. Schiefendfläche P = a : c : ∞b ist blättrig und 68° 16′ gegen die Axe c geneigt. Kante P/M wird durch ein Augitpaar m abgestumpft, 116° 36′ in der Mediankante machend, und stark gestreift parallel der Kante P/M. Meist zur Hauptsäule ausgedehnt, und daran leicht erkennbar. An der kurzen Säule liegt k = a : ∞b : ∞c. Die Krystalle sind klar und gelblich weiß, überziehen sich aber an der feuchten Luft mit einer mehligen Rinde von Glaubersalz. Härte = 2—3, Gew. 2,8. Ebene der optischen Axen liegt fast senkrecht auf dem leicht darstellbaren Blätterbruch und geht Axe b parallel. Man darf daher nur Stücke abspalten. Der Axenwinkel ist sehr klein, auf

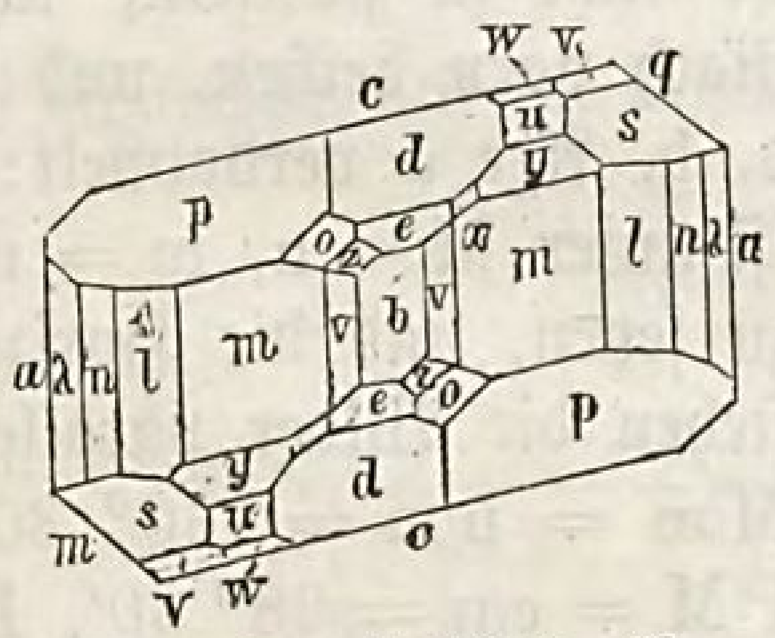


warmes Glas gelegt gehen die Axen zusammen, und dann nach der Axenlinie a auseinander. Eignet sich daher zu diesem Experiment ganz vortrefflich. Vor dem Löthrohr schmilzt er leicht, verliert im Wasser seine Durchsichtigkeit, weil 51 $\dot{Na}\,\dddot{S}$ ausgezogen werden und 49 $\dot{Ca}\,\dddot{S}$ sich zum größten Theil ausscheiden. Besonders schöne Krystalle im Steinsalz von Villarubia bei Ocana, Provinz Toledo; bei Vic, Varengéville bildet es unreine knotige Concretionen im Salz, zu Aussee und Berchtesgaden sehr schöne fleischrothe blättrige Massen, die aber optisch nicht stimmen wollen. In den Abraumsalzen zu Westeregeln ein 4′ mächtiges Lager, Jahrb. 1874. 618, 543. Künstliche Krystalle Journ. pr. Chem. 72. 291.

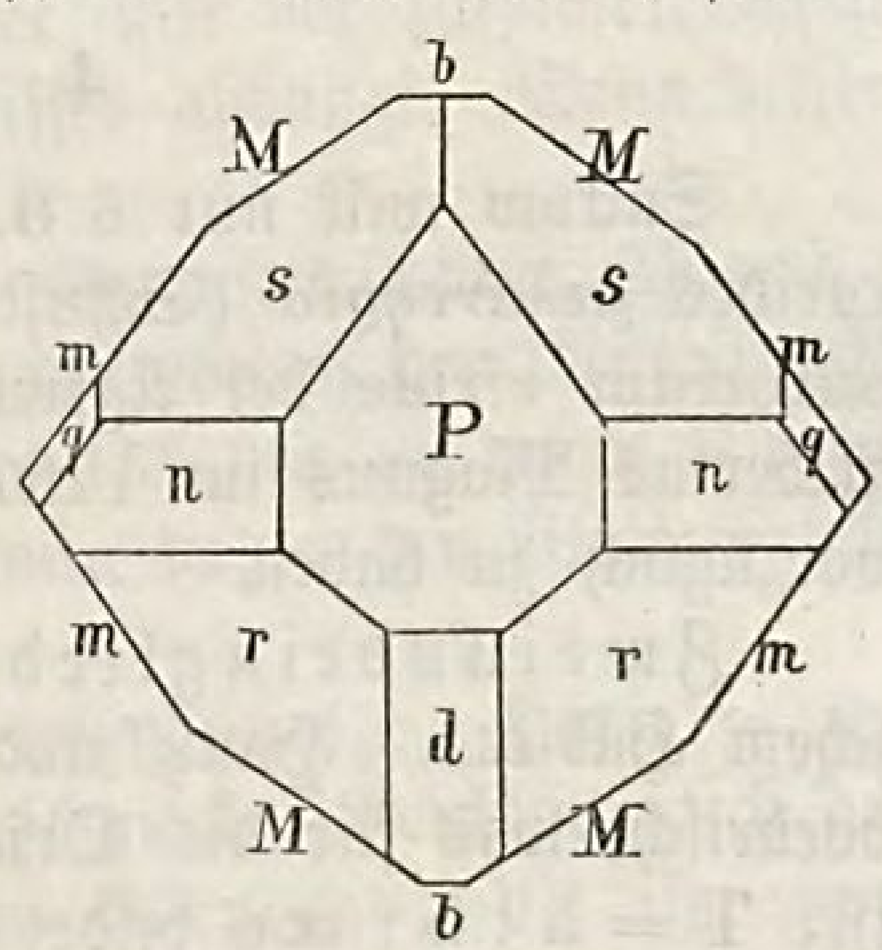
b) **Polyhalit** Stromeyer (Commentationes Soc. Reg. Götting. rec. 1820. IV. 139) *πολύ* viel, *ἅλς*. Salz, weil er aus drei Salzen $\dot{K}\,\dddot{S} + \dot{Mg}\,\dddot{S} + 2\,\dot{Ca}\,\dddot{S} + 2\,\dot{H}$ besteht. Er bildet im Steinsalz von Ischl, Aussee, Berchtesgaden derbe rothe Massen von gelblich grauen Strahlen durchzogen, die äußerlich an undeutlichen Fasergyps erinnern, aber vor dem Löthrohr leicht zu einer Perle schmelzen. Nach längerm Blasen bleibt eine weiße Schlacke zurück. Haidinger (Pogg. Ann. 11. 466) wies darin zwei gleiche Blätterbrüche nach, die sich unter 115° schneiden, und deren scharfe Kante durch eine dritte Fläche gerade abgestumpft wird. Härte 3, Gew. 2,8. Die violette Kalifarbe vor dem Löthrohr durch Kobaltglas unzweifelhaft. Bei Staßfurt bildet er über der Anhydritregion graue Schnüre, welche den Fallwinkel des Salzlagers angeben. Sie haben sich durch Aufnahme von $\dot{K}$ und $\dot{Mg}$ allmählig aus $\dot{Ca}\,\dddot{S}$ herausgebildet, und bezeichnen dort die „Polyhalitregion“, der dann allmählich die „Kieserit- und Carnallitregion“ folgt. Tritt $\dot{Mg}$ aus, so entsteht **Syngenit** $\dot{K}\,\dddot{S} + \dot{Ca}\,\dddot{S} + \dot{H}$, das künstlich längst bekannte schwefelsaure Kalkerde-Kali, Rammelsberg Hdb. Krystallgr. Chemie pag. 235. Es fand sich mit Sylvin bei Kalusz in klaren Gypsähnlichen Blättern, deren chemische Reaction auf Polyhalit hinwies, und daher den Namen (*συγγενής* verwandt) bekam, Jahrb. 1872. 537. Da die Tafeln (a : ∞b : ∞c) in der Medianebene b : ∞a : ∞c scheinbar gleiche Augen der optischen Axen zeigen, so wurden sie für zweigliedrig gehalten, bis Hr. Prof. Rumpf (Tscherm. Mineral. Mitt. 1872. 117) sie unter einem zweiten Namen Kaluszit 2+1gliedrig beschrieb: eine blättrige Säule p = a : b : ∞c vorn mit 106° 32′ wird in ihrer stumpfen Kante durch a = a : ∞b : ∞c tafelartig, eine Schiefendfläche c = c : ∞a : ∞b macht damit 104°, so daß die schiefen Axen a/c sich hinten unter 76° schneiden. Etwas härter als Gyps und 2,7 Gew. Fläche 100, 010, 001, 110, 120, 210, 310, 011, 101, 1′01, 1′11, 2′21.

c) **Astrakanit** G. Rose (Reise Ural II. 270) $\dot{Na}\,\dddot{S} + \dot{Mg}\,\dddot{S} + 4\,\dot{H}$, von unbekannter Krystallform, bildet sich auf dem Boden der Karrduanschen Seen an der untern Wolga unter einer Kochsalzschicht, verwittert vollständig an der Luft, und war früher Handelsartikel. Aehnliche Bildungen scheinen zu Seidlitz und Saidschütz (Reussin) vorzukommen. Auch der krümliche Blödit John 1811 (Chemische Schriften VI. 240) von Ischl hat

dieselben Bestandtheile. Er sitzt auf Anhydrit wie der ähnliche aber wasserärmere Löweit. Endlich kamen bei Hallstadt (Sitzb. Wien. Acad. 18. November 1869) monokline Krystalle vor, die von der gleichen Zusammensetzung aber luftbeständig waren. Tschermak nannte sie daher nach dem Entdecker Simonyit. Da fanden sich zu Leopoldshall bei Staßfurt mehr als Zollgroße klare luftbeständige Krystalle (Jahrb. 1871. 856), die es wohl außer Zweifel stellen, daß alle Namen **einer** Species angehören. Nach der übereinstimmenden Darstellung von Groth (Zeitschr. d. geol. Ges. 1871. 670) und v. Rath (Pogg. Ann. 144. 586) bilden die **monoklinen** freilich oft sehr verzogenen Krystalle eine Säule $m = a : b : \infty c$ 74° mit dem scharfen Winkel nach vorn, und einer ausgedehnten Endfläche $c = c : \infty a : \infty b$, welche sich 79° 16′ gegen Axe c neigt. Ein Augitpaar $p = a : b : c$ findet hinten in $u = a' : b : c$ sein kleineres Gegenstück. Sie führen auf die schiefen Axen $a : b : c = 1{,}489 : 2{,}009 : 1$. In Zone p/u und e/c liegt das seitliche Paar $d = b : c : \infty a$; in p/p und m/d vorn $o = a : c : \frac{1}{2}b$, und hinten ergibt sich das entsprechende $x = a' : c : \frac{1}{2}b$ in m/d und e/o durch den Zonenconnex mit $e = c : \frac{1}{2}b : \infty a$ in c/d und a/o gelegen. Bei gehörigem Material braucht man nur selten Messung zu nehmen. Besonders reich ist die hintere Region entwickelt durch die Flächen $y = \frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}b : c$, $s = \frac{1}{2}a' : b : c$, $q = \frac{1}{2}a' : c : \infty b$, $w = 2a' : 2b : c$, $v = a' : 2b : c$, $t = \frac{1}{3}a' : b : c$, $z = a : c : \frac{1}{3}b$. In der Säule sind viele Flächen kaum angedeutet, am größten $n = a : 2b : \infty c$, $l = a : \frac{3}{2}b : \infty c$, $\lambda = a : 3b : \infty c$, $v = a : \frac{1}{2}b : \infty c$. Die optischen Axen liegen in der Medianebene.



Warthit. Ehe ich diese flächenreichen Krystalle kennen lernte, sandte mir Herr Dr. Warth, Director der Salinen in der Indischen Salzkette, eine Menge luftbeständiger Krystalle von 3—6 Linien Größe, die einmal mitten im reinsten Indischen Steinsalz drusenförmig eingebrochen waren. Sie erinnerten mich durch ihren Habitus an Datolith, und boten ein willkommenes Lehrmaterial: ich gieng ohne zu messen von der Säule $M = a : b : \infty c$ aus, und nahm $d = a : c : \infty b$ als vordere Schiefendfläche. Dann waren vorn $r = a : b : c$ einfache Oktaeder, wozu das seitliche Paar $n = b : c : \infty a$ vorzüglich paßte. Obwohl $P = c : \infty a : \infty b$, gewöhnlich stark ausgedehnt, bei flüchtigem Anblick einer Geradendfläche glich, so konnte man doch bei schärferer Betrachtung eine sichtliche Neigung nach hinten wahrnehmen, wodurch sich das System als 2+1gliedrig ergab. Die Zuschärfung $m = a : \frac{1}{2}b : \infty c$ mußte durch Messung festgestellt werden. Daraus folgte dann in den Zonen n/r und P/m das große hintere Augitpaar $s = 2a' : b : c$. Alle andern Flächen,



wie q = 2a' : c : ½b, b = a : ∞b : ∞c sind klein, auch die Seitenkanten der Säule a = b : ∞a : ∞c nur klein abgestumpft, und zwischen m/a liegt eine Säulenfläche, die der v von Staßfurt entsprechen würde. Dann fehlen kleine Abstumpfungen zwischen P/n, n/s und m/r nicht, wovon letztere sich durch Zone P/m als b : 2a : c ergibt. Da die Krystalle wegen ihrer Löslichkeit durch Anfassen leiden, so lege ich auf die kleinen Flächen keinen Werth, sie deuten nur an, daß auch bei diesen indischen Blöditen der deutsche Flächenreichthum nicht fehlt. An der Identität ist nicht zu zweifeln, ich habe nur nach hinten gestellt, was Groß und Rath vorn heißen, und die stumpfe Säule M zum Ausgang genommen d. h. Axe a verdoppelt: Axe a (Q) = 2a (Gr). Den Buchstaben nach ist unser M = n, m = m, P = c, d = q, r = s, n = d, s = p, q = o, zu setzen, und die Horizontalprojection im Azimuth 180° zu drehen, so stehen die Bilder parallel. Die Messung gab M/M = n/n = 112° 30', M/m = n/m = 160° 30', M/s = n/p = 132° 53', P/s = c/p = 143°, PM = c/n = 98° 30', P/n = c/d = 146° 37' ꝛc.

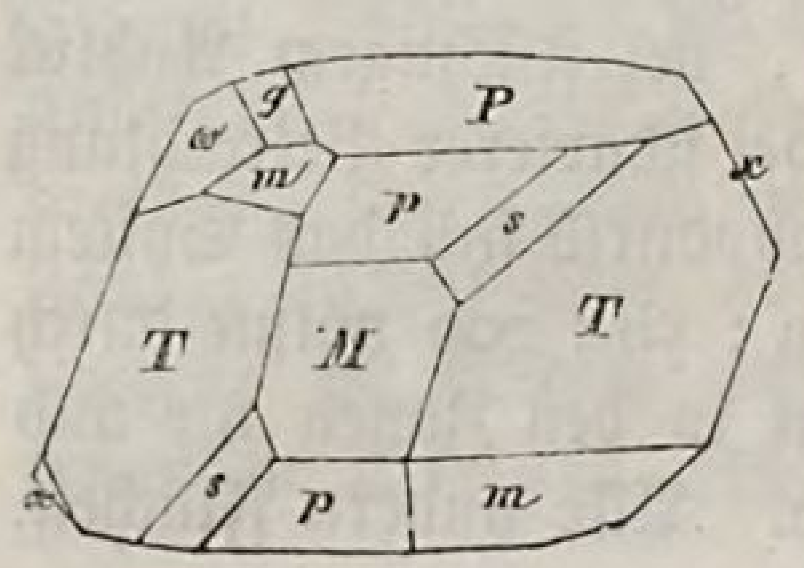
Da die Endfläche P häufig auf beiden Enden ausgedehnt ist, so bekommt man im Polarisationsmikroskop ein Axenbild, das auf die Lage in der Medianebene hinweist. Sie schmelzen leicht, verlieren dabei ihr Wasser und blähen sich. Von der Schwefelsäure und dem Kali kann man sich vor dem Löthrohr leicht, und von der Bittererde schon durch den Geschmack überzeugen.

Pikromerit $\dot{K}\,\dot{M}g\,\dddot{S}^2\,\dot{H}^6$ steckt in den Salzkrusten der Fumarolen des Vesuvs (Roth der Vesuv 322), wie das blaue Cyanochrom $\dot{K}\,\dot{C}u\,\dddot{S}^2\,\dot{H}^6$. Bei Staßfurt (Jahrb. 1865. 331) findet sich eine dichte graue Pikromeritmasse, die 19 p. C. Mg Cl enthält.

4. Eisenvitriol $\dot{F}e\,\dddot{S}\,\dot{H}^7$.

Suckow will nur 6 Ḣ. Fer sulfaté. Grüner Vitriol. Bei Dioscorides μελαντηρία (Schusterschwarz), daher Melanterit. Atramentum sutorium viride bei Agricola. Mit Bestimmtheit läßt er sich erst bei Albertus Magnus im 12ten Jahrh. erkennen. In künstlichen Krystallen vorzüglich zu haben.

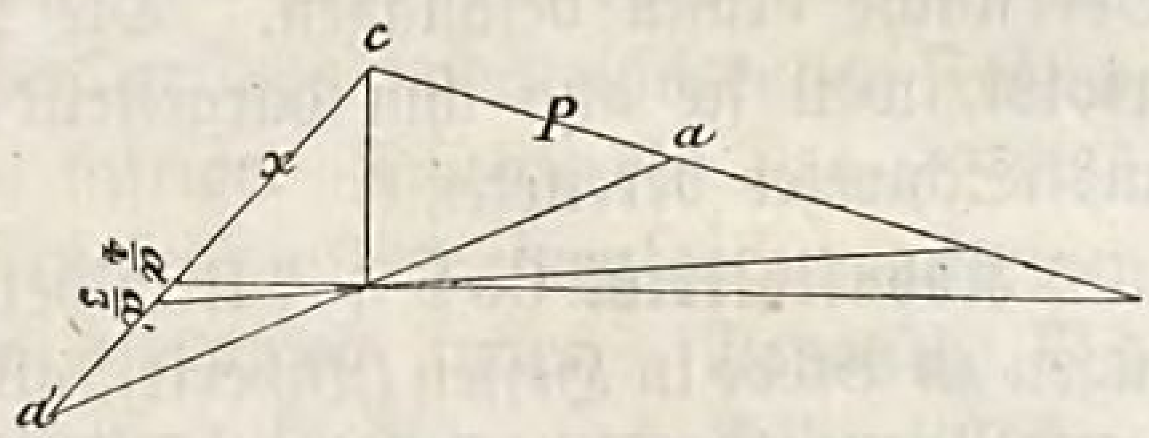
Zweiundeingliedriges Krystallsystem, von rhomboedrischem Habitus. Hauy und Mitscherlich nahmen ihn daher noch rhomboedrisch, was für die Orientirung oftmals auch gar nicht unzweckmäßig ist: T = a : b : ∞c bildet vorn die scharfe Säulenkante 82° 21'; Schiefendfläche P = a : c : ∞b ist 75° 40' gegen Axe c geneigt, und bildet



hinten die scharfen Kanten P/T 80° 37', die nur 1° 44' vom vordern Säulenwinkel T/T abweichen. Nun ist P zwar blättriger als T/T, allein bei künstlichen Fossilien bleibt die scharfe Unterscheidung der Blätterbrüche immerhin eine mißliche Sache. Daher konnte T T P wohl für ein

Rhomboeder gehalten werden. Die hintere Gegenfläche x = a : c : ∞b, 43° 32′ gegen Axe c, bildet zum Rhomboeder die Geradendfläche. Eine vordere Schiefendfläche w = $\frac{1}{3}$a : c : ∞b und das Augitpaar p = a : c : $\frac{1}{2}$b 69° 17′ in der Mediankante erzeugen das nächste schärfere Rhomboeder. M = b : ∞a : ∞c stumpft die stumpfe Säulenkante gerade ab, auch fehlt m = $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$b : c die stumpfe Kante P/T abstumpfend gewöhnlich nicht, und eine kleine Schiefendfläche g = $\frac{3}{5}$a : c : ∞b Kante P/w vorn abstumpfend ist höchst wichtig für die Orientirung. Oft ist die hintere Kante T/p durch s = a′ : $\frac{1}{4}$b : c abgestumpft. Selten stumpft n = a : c : $\frac{1}{4}$b die Kante M/p ab.

Wenn wir hinten x = a′ : c : ∞b setzen, so schneiden sich die Axen a c vorn unter dem sehr schiefen Winkel von 68° 25′. Setzten wir dagegen die Fläche x = $\frac{1}{3}$a′ : c : ∞b, und führten in dieser Weise eine Projection aus, so bekämen die Vitriolflächen P T M x p w s die Ausdrücke P T M y n t v vom Feldspath.



Allein auch in diesem Falle ist der Axenwinkel a/c vorn immer noch 85° 30′. Setzten wir dagegen x = $\frac{1}{4}$a′ : c : ∞b, so kommt nach der Basalformel pag. 66 Axenwinkel a/c vorn 89° 43′, der also kaum vom rechten abweicht. Darnach würde p = a : c : $\frac{1}{5}$b, m = $\frac{1}{6}$a : $\frac{1}{5}$b : c, s = $\frac{1}{4}$a′ : $\frac{1}{10}$b : c, n = a : $\frac{1}{10}$b : c, w = $\frac{1}{6}$a : c : ∞b und g = $\frac{3}{8}$a : c : ∞b.

Geht man dagegen mit Naumann von P = a : ∞b : ∞c als Geradendfläche aus, so ist x = a′ : c : ∞b, m = a : b : c, w = a : c : ∞b, p = b : c : ∞a, s = a′ : c : $\frac{1}{2}$b, g = 3a : c : ∞b, n = c : $\frac{1}{2}$b : ∞a, freilich einfachere Ausdrücke, die aber doch den Vortheil rechtwinkeliger Axen nicht aufwiegen. So ist es also immer nur der Zusammenhang der Zonen, wovon das Wesen des Verständnisses abhängt. Denn dieser bleibt für jede Ansicht gleich.

Die optischen Axen liegen in der Symmetrieebene M = b : ∞a : ∞c auf einander senkrecht, und zwar macht, durch den Mittelpunkt gelegt, die vordere etwa 75° mit c, die hintere 15° mit c: durch P sieht man die hintere, durch w die vordere, man kann daher den Blätterbruch bequem zu Hilfe nehmen, $\varrho < v$.

Grün die charakteristische Farbe der Eisenoxydulsalze, Härte = 2, Gew. 1,8. Ein zusammenziehender Dintengeschmack. Beschlägt sich an der Luft mit einer Schicht von schwefelsaurem Eisenoxyd, die ihn vor weiterer Verwitterung schützt.

Vor dem Löthrohr gibt er schnell sein Wasser unter Kochen ab, und reducirt sich dann zu einer schwarzen magnetischen Schlacke. In Kolben entweicht, so lange Eisenoxydul vorhanden, schweflige Säure. Erzeugt auf Eichenrinde schwarze Dintenflecke, daher Atramentstein.

Auf Erzgruben ein häufiges Zersetzungsprodukt, wo er sich zu Goslar, Falun, am Graul zu Schwarzenberg 2c. nicht selten in großen Sta=

lactiten bildet. Berühmt wegen ihrer mit dicker Kruste überzogenen Krystalle ist die Grube Gießhübel bei Bodenmais, wo sie sich durch Zersetzung des Magnetkieses erzeugt haben. Wenn fein vertheiltes Schwefeleisen den Boden durchzieht (Alaunschiefer), so erzeugen sich gern weißgrüne haarige Auswüchse, die schon durch ihren Dintengeschmack sich als Eisenvitriol zu erkennen geben, namentlich entstehen solche unangenehme Krystallisationen auch noch in unsern Mineraliensammlungen, zerfressen die Schachteln, und disponiren nebenliegende Schwefelkiese ebenfalls zur Zersetzung. Wegen seiner Anwendung in der Färberei wird er sonderlich aus Schwefelkies im Großen dargestellt, und hier kann man daher die vortrefflichsten Krystalle bekommen, die luftbeständig sich blos an der Oberfläche braun beschlagen. Die Nordhäuser Schwefelsäure heißt Vitriolöl, weil sie aus ihm dargestellt wird, im Gegensatz zur Englischen aus Schwefel bereiteten.

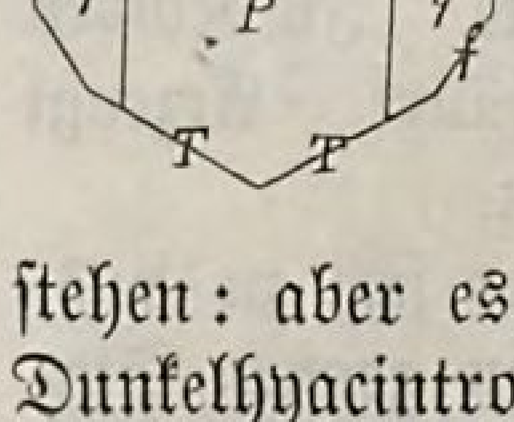
Kobaltvitriol $\dot{C}o\dddot{S} + 7\dot{H}$ bildet sich in rosenrothen traubigen Ueberzügen zu Biber in Hessen (Biberit), als Seltenheit auch zu Wittichen, selbst in alten Mineraliensammlungen auf Speiskobald (Pogg. Ann. 60. 265). Die künstlichen haben eine Säule von 82° 25′, sind folglich isomorph mit Eisenvitriol.

Manganvitriol $\dot{M}n\dddot{S} + 7\dot{H}$ krystallisirt bei einer Temperatur unter 5° in denselben Krystallen, wie Eisenvitriol, bei höherer jedoch werden sie eingliedrig, aber von anderer Form als Kupfervitriol (Mitscherlich Pogg. Ann. 11. 330).

Besonders leicht mischt sich Eisenvitriol mit Kupfervitriol, ohne dabei seine Form einzubüßen. Es bilden sich dann große scheinbare Rhomboeder PTT, die schön zu Buxweiler im Elsaß dargestellt werden. Mallet gibt bei Irländischen 65,7 Kupfervitriol an. Sie haben eine blaue Färbung, und man darf sie nur in Wasser lösen, so beschlägt sich Eisen mit Kupfer. Rammelsberg (Pogg. Ann. 91. 348) hat die Sache weiter verfolgt. Reine Eisenvitriole zeichnen sich schon durch ihren größern Flächenreichthum vor diesen veredelten aus.

Mitscherlich (Pogg. Ann. 11. 330) hat bei 80° zweigliedrige Krystalle bekommen, die nur halb so viel Wasser als der Eisenvitriol hatten. Durch Auflösen von Eisenvitriolkrystallen in Schwefelsäure will er sogar gypsartige mit 2 $\dot{H}$ dargestellt haben.

Botryogen Haidinger (Pogg. Ann. 12. 491) in der Kupfergrube von Falun als rother Eisenvitriol bekannt: $\dot{F}e^3\dddot{S}^2 + 3\dddot{F}e^2\dddot{S}^2 + 36\dot{H}$ gemengt mit $\dot{M}g\dddot{S}$. Hat große Neigung, kleine Kugeln zu bilden, die sich wie Traubenbeeren an einander häufen. Die kleinen monoklinen Krystalle zeigen kurze Säulenflächen T = a : b : ∞c 119° 56′, die etwas blättrig sein sollen, Schiefendfläche P = a : c : ∞b macht mit T 113° 37′ = P/T, das hintere Augitpaar o = a′ : $\frac{1}{2}$b : c in der Mediankante 125° 22′, alles Winkel, die dem Feldspath nahe stehen: aber es ist q = a : b : c, f = a : $\frac{1}{2}$b : ∞c und y = a′ : $\frac{3}{2}$c : ∞b. Dunkelhyacintroth ins Ochergelbe mit Durchscheinenheit. Härte = 2, Gew. = 2.



In der Provinz Coquimbo Distrikt Copiapo, dem nördlichsten der Republik Chili, kommen in einer Gegend, wo es niemals regnet, dem Granit nachbarlich Vitriolsalze vor, die H. Rose analysirte (Pogg. Ann. 27. 309), am häufigsten darunter ein neutrales schwefelsaures Eisenoxyd, der

Coquimbit $\bar{F}e\,\dddot{S}^3\,\dot{H}^9$, feinkörnige Masse von weißer Farbe mit einem Stich in's Violett: reguläre sechsseitige Säulen mit Dihexaeder von 128° in den Endkanten und Geradendfläche, auch eine Rhombenfläche kommt hin und wieder vor. Das Salz bedeckt sich mit basisch schwefelsaurem Eisenoxyd $\bar{F}e^2\,\dddot{S}^5\,\dot{H}^{12}$ (Copiapit), gelbe durchscheinende Krystalle, von sechsseitigen Tafeln, die wahrscheinlich rhomboedrisch sind, und einen Blätterbruch mit Perlmutterglanz wie Gyps haben. Dazwischen lagert Stypticit $\bar{F}e\,\dddot{S}^2\,\dot{H}^{10}$ in gelblichgrünen seidenglänzenden Fasern, die sich zu Kugeln gruppiren, und fasriger Fibroferrit $\bar{F}e^3\,\dddot{S}^5\,\dot{H}^{27}$. Wässrige Lösungen von Eisenvitriol lassen bekanntlich einen gelben ockerigen Niederschlag von basisch-schwefelsaurem Eisenoxyd fallen. Aehnliche Vitriolocker bilden sich in den Gruben von Goslar und Falun. Berzelius untersuchte einen von $\bar{F}e^2\,\dddot{S}\,\dot{H}^6$. Bei der Zersetzung von Schwefelkies entsteht nicht blos Vitriol, sondern nebenbei ein gelbes Mehl, welches ohne Zweifel zu solchen basischen Salzen gehört. Auch der Apatelit $\bar{F}e^3\,\dddot{S}^5\,\dot{H}^2$ im Thone von Auteuil bei Paris hat ähnlichen Ursprung. Das merkwürdigste Ding dieser Art bildet der noch von den heutigen Bergleuten so genannte

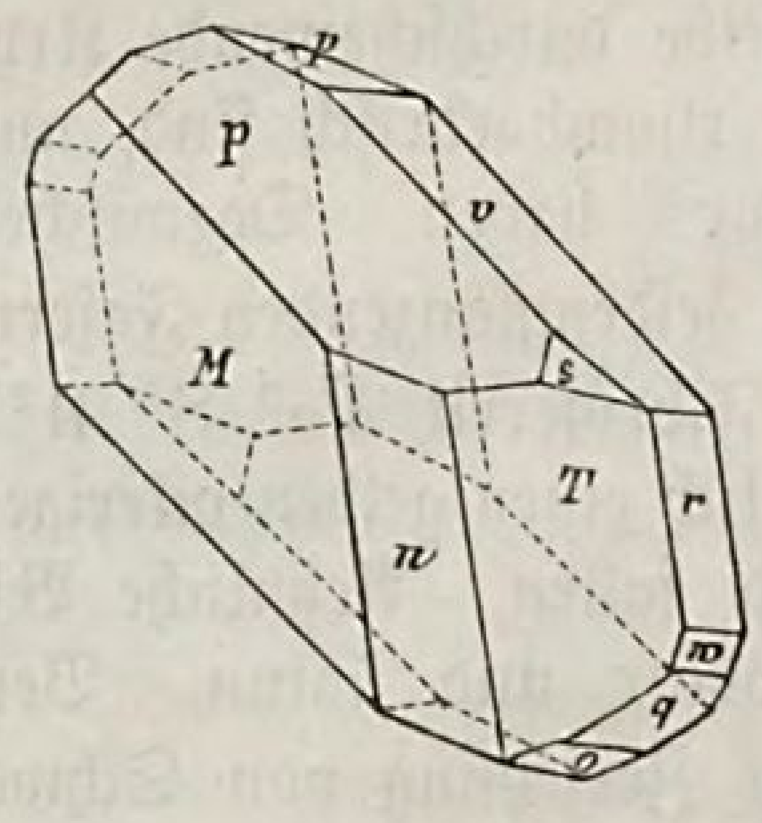
Misy Plinius 34. 31, Galenus simpl. med. temp. et fac. 9. 21 und 9. 34, Agricola 589 (Gel Atrament), gelber Atramentstein Wallerius Spec. 178, ein schwefelgelbes körnig krystallinisches Mehl, das im Wasser sich nicht löst. Nach Hausmann kommt es in kleinen vierseitigen Tafeln im Rammelsberge bei Goslar vor. Soll im Wesentlichen schwefelsaures Eisenoxyd sein ($\bar{F}e^2\,\dddot{S}^5\,\dot{H}^6$), mit etwas Zinkvitriol und Bittersalz gemischt. Also wasserarmer Copiapit. Verwandt damit scheint auch **Römerit** (Grailich Sitzungsber. Wien. Akad. 1858. XXVIII. 272), röthlichgelbe sechsseitige Tafeln von etwa 100°, mit einer blättrigen Schiefendfläche. Im kalten Wasser lösen sie sich, und lassen Misy fallen. Er findet sich auf den alten neuerlich wieder durchwühlten Halden des Rammelsberges, und ist offenbar aus Eisenvitriol entstanden. $\bar{F}e\,\dddot{S}^3 + (\dot{F}e, \dot{Z}n, \dot{M}n, \dot{M}g)\,\dddot{S} + 12\,\dot{H}$. Möglicher Weise mit Coquimbit stimmend. Auch der Spanische Jarosit, Jahrb. 1864. 363, ist im Wesentlichen schwefelsaures Eisenoxyd, aber mit 6 p. C. Kali. Kokscharow (Material. VI. 227) fand bei Beresowsk kleine braune Rhomboeder mit 89° 10′ in den Endkanten, was an Alunit erinnern würde.

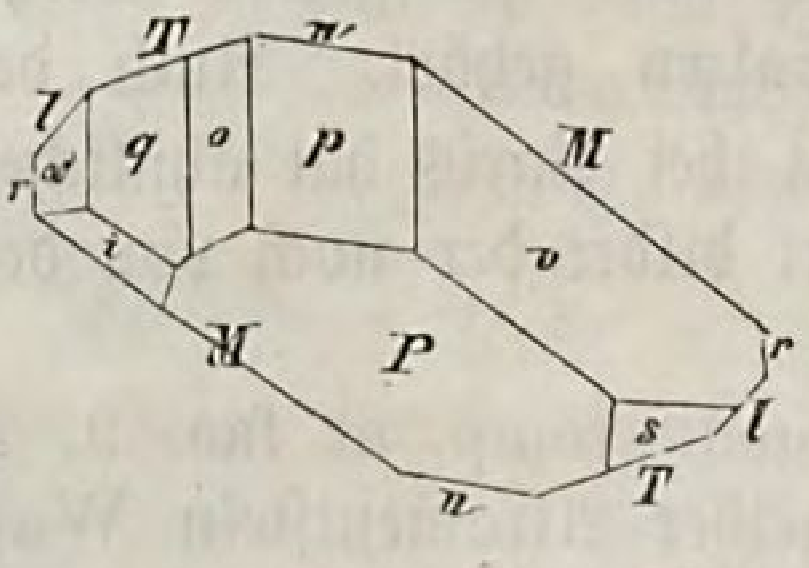
Uranvitriol (Johannit) lebhaftes Grasgrün. Gew. 3,2, H. = 2, 2+1gliedrig, ähnlich der Trona pag. 636. Fand sich 1819 bei Wiedereröffnung einer alten Strecke der Elias-Zeche bei Joachimsthal nierenförmig auf Uranpecherz. Johanngeorgenstadt.

5. Kupfervitriol.

$\dot{C}u\,\dddot{S}\,\dot{\bar{H}}^5$, blauer Vitriol, Chalcanthum oder Atramentum sutorium Plin. 34. 32, weil die Schuster damit das Leder schwarz färbten. Agricola nat. foss. 589 unterscheidet drei: candidum (Zinkvitriol), viride (Eisenvitriol) und caeruleum (Kupfervitriol). Cyanose.

Eingliedriges Krystallsystem (Kupfer Pogg. Ann. 8. 218) vom Typus des Axinit. Künstlich kann man die schönsten Krystalle haben:





$T = a : b : \infty c$ bildet nahezu ein Rechteck ($88^\circ\ 48'$), weßhalb man sie leicht findet, und macht mit $M = a : b' : \infty c$ eine rhomboidische Säule $M/T = 122^\circ\ 31'$. Eine Doppelschiefendfläche $P = a : c : \infty b$ bildet in Kante P/T $127^\circ\ 24'$, in P/M $108^\circ\ 12'$; eine hintere Gegenfläche $p = a' : c : \infty b$ liegt mit P und $n = a : \infty b : \infty c$, welche die stumpfe Säulenkante T/M abstumpft, in einer Zone; $P/n = 120^\circ\ 51'$, $T/n = 148^\circ\ 47'$. Die Abstumpfungsfläche der scharfen Säulenkante $r = b : \infty a : \infty c$ bestimmt in P und p die Diagonalzone. Daraus ergibt sich in Zone p/r und P/T die $o = a' : \frac{1}{2}b' : c$ und in Zone p/r und P/M die $v = a' : \frac{1}{2}b : c$. Vorn dagegen in P/r und v/n die $s = a : \frac{1}{2}b : c$. Die Säulenfläche $l = a' : \frac{1}{2}b' : \infty c$ stumpft die Kante T/r ab und liegt zugleich in o/s. Daraus folgt $q = a' : c : \frac{1}{4}b'$ in P/l und r/p. Fläche $i = a : c : \frac{1}{6}b'$ stumpft P/r und q/M ab, endlich $w = a' : \frac{1}{6}b' : c$ Kante q/r und fällt dabei in Zone i/n. P/w $101^\circ\ 54'$ leicht controlirbar, da sich P und a nicht selten gleich einem augitartigen Paar stark ausdehnen. Stellen wir also die Säule M/T aufrecht, P nach vorn, und s nach rechts, so ist die Diagonalzone von p hinten links am reichsten entwickelt, aber alle Flächen lassen sich aus den Zonen bestimmen. Die Größe der Axen und Axenwinkel haben kein Interesse, denn am bequemsten kommt man durch Triangulation zur Kenntniß der Winkel, wobei einem die Projection fast unentbehrlich wird. Von den

Optischen Axen pag. 127 (Pogg. Ann. 82. 63 und Ergänzb. 1873 VI. 35) geht eine der Kante P/T parallel; die andere liegt in $n = a : \infty b : \infty c$, und halbirt fast genau den stumpfen Winkel ($112^\circ\ 56'$), welchen Kante P/n und n/T mit einander machen. Die Axen schneiden sich unter 45° und ihre Ebene steht senkrecht auf P. Lasurblau bis Spangrün, Gew. = 2,25, Härte 3. Bildet sich auf Grubenbauen durch Zersetzung des Kupferkieses, doch bedarf man derselben wegen der Pracht der künstlichen nicht. Da er sich im Wasser leicht löst, und sich auf hineingehaltenem Eisen das Kupfer gediegen niederschlägt, so werden die Vitriolwasser auf den Gruben in Goslar, Falun, Herrengrund (Klaproth Beitr. VI. 177) auf

Cementkupfer benutzt. Findet besonders in der Färberei Anwendung. Schon Plinius 34. 32 erzählt seine Bereitung in Spanien ausführlich, und sagt, daß man die Lauge in Bottige schütte und Stricke hineinhänge, quibus adhaerens limus, vitreis acinis imaginem quandam uvae reddit ...., color est caeruleus, vitrumque esse creditus, woher der Name vitriolum Agricola 589 seinen Ursprung hat. Das Schwefelsaure Silber krystallisirt ohne Wasser, und bildet sich erst mit concentrirter Säure in hoher Temperatur und beim Rösten der Schwefelerze. In der Hitze zersetzt es sich schwerer als Eisen- und Kupfervitriol, kann daher nach dem Rösten mit heißem Wasser ausgelaugt werden. In der Mutterlauge der Zink- und Kupfervitriolsiederei des Rammelsberges findet sich Lithium, Thallium, Indium, Cadmium. Ein Cubikmeter Lauge enthält 8,2 ℔ Cd und 1,2 ℔ Tl.

6. Alaun.

Alumen Plinius 35. 52, Alaun Agricola 703, englisch Alum, französisch Alun.

Reguläre Oktaeder mit abgestumpften Ecken und Kanten; Oktaeder und Würfel kommen jedes für sich selbstständig vor, das Granatoeder aber nicht. Schon Hauy kannte Zwillinge, sind aber nicht gewöhnlich. Gew. 1,7—2, H. = 2—3, Geschmack süßlich zusammenziehend. Da Kalialaun in heißem Wasser 25mal löslicher als im kalten ist, so eignet er sich ganz besonders zur Bereitung künstlicher Krystalle. Gewöhnlich krystallisiren Oktaeder, allein von Tolfa und Beglückte Hoffnung im Bayreuthischen bekommt man vollständige Würfel. Gießt man nämlich zur Lösung Soda, so bildet sich ein Niederschlag, der wieder gelöst wird, wenn man nicht zu viel Soda hinzusetzt; man nennt das neutralen Alaun, der basisch schwefelsaure Thonerde enthält ($\dddot{A}l^2\,\dddot{S}^3$), und läßt man das verdampfen, so krystallisiren Würfel. Schon Dr. Leblanc beschäftigte sich mit Verfertigung von Krystallen (Annales phys. 1788. XXIII. 376): läßt man sie mehrmals umkrystallisiren, so kommen Oktaeder mit abgestumpften Kanten; setzt man aber phosphorsaures oder salpetersaures Natron zu, so kommen vollkommene Oktaeder ohne abgestumpfte Kanten; auf Zusatz von salpetersaurem Kupfer kommen Oktaeder mit Würfel. Macht man die Lösung durch $\dot{K}\,\ddot{C}$ basisch, so krystallisiren Würfel heraus. Und für Hauy war es kein geringer Triumph, daß ein Alaunoktaeder in eine Flüssigkeit gelegt, welche Würfelflächen liefert, die Würfelflächen gemäß seiner Decrescenzgesetze bekam. Beudant (Annal. chim. phys. VIII. 5) suchte zu zeigen, daß die Krystalle einfach würden, wenn in der Lauge feine fremdartige Theile suspendirt sind. In verschlossenen Gefäßen über 100° C. erhitzt, bekam er einfache Granatoeder, selbst Leucitoeder! Weber (Pogg. Ann. 109. 380) bekam sogar in concentrirter Salzsäure untergeordnete Pyritoederflächen $\frac{1}{2}$ (a : 2a : ∞a). Schon Leblanc brachte es durch Umwenden der Krystalle dahin, ganz beliebige Ausdehnungen einzelner Flä-

chen zu erlangen. Hebt man einen Chromalaun aus seiner Flüssigkeit und überfirnißt ihn, so wächst er in derselben Lauge nicht mehr fort; doch macht die kleinste Lücke im Firniß, daß er sich wieder überzieht, Mohr Gesch. Erde 1866. 414.

$(\dot{K}, \dot{Na}, \dot{Cs}, \dot{Rb}, \dot{Am}, \dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{Mn})\,\dddot{S} + (\dddot{\bar{Al}}, \dddot{\bar{Fe}}, \dddot{\bar{Mn}}, \dddot{\bar{Cr}})\,\dddot{S}^3 + 24\,\dot{\bar{H}}$. Die Formel ohne Wasser hat die Form des Feldspaths, und liefert ein wichtiges Beispiel für Isomorphismus. Vor dem Löthrohr entweicht das Wasser, es bildet sich gleich eine weiße aufgeblähte Schlacke, die mit blendendem Lichte leuchtet, und mit Kobaltlösung blau wird, was die Thonerde anzeigt.

Bildet sich in der Natur in Schieferthonen und Kohlengebirgen, welche von fein vertheiltem Schwefelkies durchdrungen sind (Alaunschiefer), bei Andrarum in Norwegen ist es Uebergangsgebirge, zu Oedendorf bei Hall Lettenkohle, zu Whitby unterer Brauner Jura, bei Freienwalde und Buxweiler Braunkohlengebirge ꝛc. Frisch gegraben zeigt der Schiefer oft nicht die Spur von Alaun, allein an der Luft, namentlich durch Feuer unterstützt, erzeugt der Schwefelkies Schwefelsäure, die an $\dot{K}$, $\dot{Fe}$, $\dddot{\bar{Al}}$ tritt; das schwefelsaure Eisenoxydul wird leicht zu basischem Oxydsalze, wodurch wieder verwendbare Schwefelsäure entsteht. Kalkreichthum wird nicht gern gesehen, weil sich daraus auf Kosten des Alauns Gyps bildet. Gewöhnlich ist Mangel an Alkali, was durch Zusatz verbessert wird. Vergleiche auch den Alaunstein.

Hauptanwendung in der Färberei als Beizmittel. Man macht daraus einen neutralen Alaun, der beim Erhitzen seine Thonerde leicht an vegetabilische Faser oder thierische Kohle abgibt.

Kalialaun $\dot{K}\,\dddot{S} + \dddot{\bar{Al}}\,\dddot{S}^3 + 24\,\dot{\bar{H}}$. Weil Kali die stärkste Basis, so ist der unreine im Flözgebirge und in Vulkanen am gewöhnlichsten. In $\frac{3}{4}$ Theilen heißem Wasser löslich. Berühmt seit 1458 und für Färber wichtig der römische Alaun von Tolfa, zwar trüb und röthlich von Eisenoxyd, allein die Unreinigkeit ist nur mechanisch darin enthalten und schlägt sich in den Waschgefässen zu Boden. Früher von Rocca (Edessa) in Spanien bezogen. Kalialaun der Solfatara von Pozzuoli bei Neapel und in der Grotte Capo di Miseno führte, ehe man etwas von der Gegenwart des Kali im Steinreich wußte, zu der damals schwierigen Frage, woher bekommen die Vulkane dieses „Gewächsalkali"? Klaproth Beitr. I. 315.

Natronalaun $\dot{Na}\,\dddot{S} + \dddot{\bar{Al}}\,\dddot{S}^3 + 24\,\dot{\bar{H}}$, ist im Wasser viel löslicher, man kann ihn daher nur aus sehr concentrirten Lösungen, am besten unter einer Weingeistschicht, die der Lösung Wasser entzieht, darstellen. Deßhalb muß auch Kali- und Ammoniakalaun frei von Natron sein. Obgleich eben so brauchbar, so verwittern doch seine Krystalle. Weiße seidenartige Fasern kommen in der Solfatara auf Milo und bei Mendoza 30° S. B. auf der Ostseite der Anden vor.

Ammoniakalaun $\dot{Am}\,\dddot{S} + \dddot{\bar{Al}}\,\dddot{S}^3 + 24\,\dot{\bar{H}}$ (Tschermigit) bildet im Braunkohlengebirge von Tschermig an der Eger bei Kaden in Böhmen

fettglänzende querstrahlige Platten, die das Braunkohlenlager nach Art des Fasergypses durchschwärmen. Streut man das Pulver mit Soda gemischt auf glühende Kohlen, so zeigt sich ein ausgezeichneter Ammoniakgeruch. Nach Lampadius (Gilbert's Ann. 1823 Bd. 74. pag. 304) durch einen Erdbrand entstanden. Künstlich bekommt man ihn durch Zusatz von gefaultem Urin, wie er zu Burweiler gemacht wird. Nur der Ammoniakalaun zeigt nach Biot Lamellarpolarisation, die nach Reusch (Monatsber. Berl. Akad. 1867. 424) beim Wachsthum der Krystalle durch innere Spannungen hervorgebracht wird. Der Böhmische hat schon einen Talkerdegehalt, welcher das Ammoniak ersetzt, die Analysen geben bis 6,6 p.C. Ammoniak.

Unter den künstlichen kann man etwa erwähnen:

Lithionalaun $\dot{L}\,\ddot{S} + \ddot{\overline{Al}}\,\ddot{S}^3 + 24\,\dot{H}$;

Manganalaun $\dot{K}\,\ddot{S} + \ddot{\overline{Mn}}\,\ddot{S}^3 + 24\,\dot{H}$;

Chromalaun $\dot{K}\,\ddot{S} + \ddot{\overline{Cr}}\,\ddot{S}^3 + 24\,\dot{H}$, tief purpurroth;

Eisenalaun $\dot{K}\,\ddot{S} + \ddot{\overline{Fe}}\,\ddot{S}^3 + 24\,\dot{H}$, farblos.

Eisenammoniakalaun $\dot{A}m\,\ddot{S} + \ddot{\overline{Fe}}\,\ddot{S}^3 + 24\,\dot{H}$, wird im Großen für Färbereien dargestellt, wo man ein vollkommen neutrales Eisenoxyd in Anwendung bringen muß. Er krystallisirt leicht.

Voltait bildet sich in schwarzen Oktaedern mit grünlichem Strich in der Solfatara und soll nach Scacchi $\dot{F}e\,\ddot{S} + \ddot{\overline{Fe}}\,\ddot{S}^3 + 24\,\dot{H}$ sein, während Abich andere Verhältnisse fand. In den alten Halden des Rammelsberges sind es dunkelgrüne Krystalle, mit Oktaeder, Granatoeder und Würfel. Fast wasserfrei sind die kleinen schwarzen Würfel des Pettkoit (Jahrb. 1867. 457) von Kremnitz in fasrigen Eisenvitriol eingesprengt.

Federalaun findet sich in sehr feinen gelblich weißen seidenglänzenden Fasern, welche sehr an Asbest erinnern, aber auf der Zunge zergehen. Besonders ausgezeichnet auf den Quecksilbergruben von Mörsfeld bei Zweibrücken, wo die Analyse von Rammelsberg (Pogg. Ann. 43. 404). $\dot{F}e\,\ddot{S} + \ddot{\overline{Al}}\,\ddot{S}^3 + 24\,\dot{H}$ gab. Noch schöner ist die schneeweiße ½ Fuß lange Faser aus einer Höhle am Bosjesmans River, welche ein 1½ Zoll dickes Lager von Bittersalz deckt, und die nach Stromeyers Analyse (Pogg. Ann. 31. 137) $(\dot{M}g, \dot{M}n)\,\ddot{S} + \ddot{\overline{Al}}\,\ddot{S}^3 + 24\,\dot{H}$ Mangantalkalaun ist. Einen reinen Manganoxydulalaun ohne Magnesia fand Apjohn in der Algoa-Bay. Ohne Mangan, auch weiß und seidenglänzend, ist der Magnesiaalaun (Pickeringit) von Iquique; traubig und nadelförmig das Hversalt von Krisuvig auf Island an der Oberfläche vulkanischer Gesteine, nach Forchhammer's Analyse $(\dot{F}e, \dot{M}g)\,\ddot{S} + (\ddot{\overline{Al}}, \ddot{\overline{Fe}})\,\ddot{S}^3 + 24\,\dot{H}$.

Halotrichit (Thonerde-Sulphat) hat man die fasrigen Salze genannt, welche sich in den Braunkohlengebirgen und besonders in den Fumarolen bilden, wenn Schwefelsäure auf Thonerde wirkt. Sie gleichen dem Federalaun vollkommen, namentlich auch in Beziehung auf die gelbliche Farbe, allein sie bestehen nur aus schwefelsaurer Thonerde $\ddot{\overline{Al}}\,\ddot{S}^3 + 18\,\dot{H}$, die man künstlich durch Auflösen von Thonerde in Schwefelsäure und Abdampfen in dünnen biegsamen Blättchen mit Perlmutterglanz gewinnen

kann, wie sie H. Rose (Pogg. Ann. 27. 317) von Copiapo nachwies. Bei ihrer Aehnlichkeit mit Federalaun können sie leicht damit verwechselt, auch verunreinigt sein. Werner begriff sie unter seinem Haarsalz. Wird die künstliche schwefelsaure Thonerde mit Ammoniak gefällt, so erhält man

Aluminit $\ddot{A}l\,\dddot{S}\,\dot{H}^9$, schneeweiße Knollen, mit unebener Oberfläche, die kreideartig abfärben. Sie fanden sich zuerst in großer Menge im botanischen Garten von Halle, von wo sie Lerche in der Oryctographia Halensis 1730 bereits als Lac lunae erwähnte. Lange hielt man sie für reine Thonerde, selbst Werner und Klaproth, bis Simon (Scheerer allgem. Journ. Chem. IX. 137) Schwefelsäure darin fand, die auf 23,6 p. C. geht. Werner sprach sogar die Vermuthung aus, daß es ein Kunstprodukt der dortigen Waisenhausapotheke sein könne, allein es entstand im Braunkohlensande durch Verwitterung von Schwefelkies (Jahrb. 1872. 951), am Götschenberge bei Morl, $1\frac{1}{2}$ Stunde von Halle, so häufig, daß es fast den Sand verdrängt; im Tertiärkalke von Auteuil, in der Lettenkohlenformation von Friedrichshall am Neckar. Zu Newhaven in Sussex (Websterit) liegen die nierenförmigen Knollen in eisenschüssigem Thon auf Kreide, füllen darin bei Brighton sogar drei Fuß mächtige Spalten (Jahrb. 1871. 691). Löst sich in Wasser nicht, wohl aber in Salpetersäure, und leuchtet vor dem Löthrohr fast so stark, als die Schlacke des Alauns. Freilich häufig verunreinigt durch Thon.

Im Alaunschiefer kommen noch allerlei unwichtige Verbindungen vor, die kaum ein chemisches Interesse haben, wie die von Werner so genannte Bergbutter Klaproth VI. 340, welche aus dem Alaunschiefer in butterartiger Consistenz von gelblicher Farbe hervortritt, und erst später rigid wird. Braun und pechartig ist Pissophan; Tecticit vom Graul zerfließt an der Luft (τηκτικός schmelzend). Diadochit hat sogar 15 Phosphorsäure, und schließt sich dadurch an die Eisensinter pag. 585 mit Arseniksäure an (Jahrb. 1845. 106). Sie können alle zur Alaunbereitung verwerthet werden. Den besten Alaun liefert jedoch der

Alaunstein.

Alunit. Darunter verstand man seit langer Zeit grauliche poröse trachytische Gesteine und Breccien, welche durch Schwefelsäure zersetzt die Bestandtheile des Alauns erlangt haben. Die Felsenmassen enthalten daher immer einen bedeutenden Gehalt an Kieselerde, bis auf 50 p. C. (Klaproth Beitr. IV. 252), neben den Bestandtheilen des Kalialauns, besonders in den harten und schweren Massen. Aus dem derben Stein selbst würde man keine Mineralspecies zu machen wagen, denn jedes Feldspathgestein, mehr oder weniger lang von Schwefelsäure angegriffen, kann Gelegenheit zu Alaunbildung geben. Allein es finden sich kleine Drusenräume darin, deren Wände mit kleinen Rhomboedern von 92° 50′ in der Endkante ausgekleidet sind, oft gesellt sich die Geradendfläche hinzu, dann kann man sie leicht für Oktaeder halten. Nach Breithaupt (Leonhard's Jahrb. 1853. 476)

haben die Ungarischen Rhomboeder in der Endkante 89° 10′, würden also dem Würfel sehr nahe stehen. Er glaubt auch das sechste stumpfere Rhomboeder $\frac{1}{64}a : \frac{1}{64}a : \infty a : c$ mit 177° 46′ in den Endkanten noch bestimmen zu können! Von den Krystallen konnte man noch nicht genug zur Analyse bekommen, und das Gestein selbst aber, dessen Gewicht etwa 2,7 und dessen Härte von 3—6 wechselt, ist zu sehr gemengt, als daß man auf die Formel $\dot{K}\,\dddot{Al}^3\,\dddot{S}^4\,\dot{\bar{H}}^6$, welche man nach Abzug der Kieselerde bekommt, einen sonderlichen Werth legen dürfte. Vor dem Löthrohr zerknistern die kleinen Krystalle sehr stark, der Stein jedoch nicht, beide schmelzen nicht, werden aber mit Kobaltsolution blau. Erst nach dem Brennen kann man Alaun ausziehen. Die berühmtesten Gruben finden sich in der Tolfa bei Civitavecchia im frühern Kirchenstaate. Man übergießt den gebrannten Stein 40 Tage lang mit Wasser, wobei er zerfällt und dann erst ausgesiebet wird. In Oberungarn bei Musay und Beregszaz wurde er lange als Mühlstein verwendet, bis man 1795 den Alaungehalt erkannte. Die Abfälle werden geröstet und ausgelaugt (Jahrb. Geol. Reichsan. 1858. 117). Auch am Mont Dore (Gilbert's Ann. 68. 33) hat sich gefunden. Zu Breuil bei Issoir ist er erdig (Jahrb. 1875. 144). Auf Java werden selbst Sandsteine darin umgewandelt, da dieselben ja oft Porzellanerde enthalten. Die Zersetzung des Schwefelkieses spielt dabei eine Rolle.

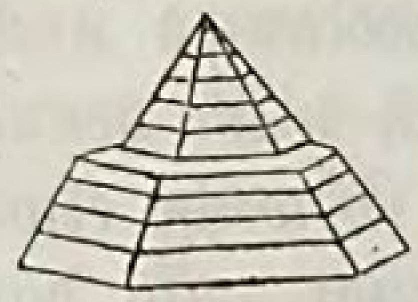
Eine dichte amorphe Masse nannte Alex. Mitscherlich Löwigit $\dot{K}\,\dddot{Al}^3\,\dddot{S}^4\,\dot{\bar{H}}^9$ (Journ. prakt. Chem. 1861. 83. 474), die sich nur durch einen größern Wassergehalt unterscheidet, und sich unter einem Druck von 9 Atmosphären bei 180° Wärme auch künstlich darstellen läßt. Dieser unterirdische Wasserdruck zeigt sich bei Bohrlöchern in der Tolfa. Auffallend ist das Vorkommen im Steinkohlengebirge von Zabrze in Oberschlesien, wo die Knollen lithographischem Kalke von Solnhofen gleichen (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. VIII. 246). Im Thonschiefer der Sierra Almagrera bildet der weiße Alumian $\dddot{Al}\,\dddot{S}^2$ ein Zersetzungsprodukt.

Wasser $\dot{\bar{H}}$.

Das tropfbare und feste Wasser wird zwar von vielen Mineralogen nicht abgehandelt. Indeß wenn irgend eine chemische Verbindung die Aufmerksamkeit des Mineralogen in Anspruch nimmt, so diese.

Eis. Das homogenste ist dennoch krystallinisch, denn eine Eisplatte von 3—4 Linien Dicke in die Turmalinzange gebracht zeigt deutlich ein schwarzes Kreuz, und entfernt davon Ringe; je dicker die Platten, desto mehr Ringe treten ins Feld. Daher muß es optisch einaxig sein, und die Hauptaxe senkrecht gegen die Wasserfläche stehen. An flachen Wassertümpeln, in Fahrwegen ꝛc., wo der Wasservorrath bis auf den Grund ausgefroren ist, findet man häufig reguläre sechsseitige Säulen mit Geradendflächen. Die Masse besteht aus zarten Fäden, die sich auf dem regulären Sechseck der Geradendfläche unter 60°, auf dem Viereck der Seiten unter 90° schneiden. Die Säulenflächen verjüngen sich auch hin

und wieder treppenförmig zu einer Art von Dihexaeder, dessen Winkel verschieden angegeben werden: nach Smithson 80°, nach Galle (Pogg. Ann. 49. 242) 59° 21′ in den Seitenkanten. Auch Leydolt (Sitzungsber. Kais. Akad. Wissensch. Wien VII. 477) beobachtete



im Eise Höhlen, die einer regulären sechsseitigen Säule mit Geradendfläche entsprachen, und zuweilen an den Endkanten noch dihexaedrische Abstumpfungen hatten. Clarke will Rhomboeder mit 120° in den Endkanten gesehen haben. Jedenfalls gehört das Eis dem 3 + 1axigen Systeme an, und in Eisplatten stehen sämmtliche Hauptaxen c einander parallel. Beim Schmelzen zeigt sich daher auch eine Neigung, parallel dieser Art in stängliche Stücke zu zerfallen. Bei Eiszapfen stehen die Axen c senkrecht gegen die Längsrichtung des Zapfens.

Farblos in kleinen Stücken, in großen grünlich blau, wie das Gletschereis zeigt. Auf die Regelatio, wonach gebrochene Stücke wieder zusammenfrieren, machte Faraday aufmerksam. Daraus erklärt sich die Plasticität, man kann es in Formen pressen und durch Oeffnungen drücken. Gew. = 0,9175, entspricht einer Volumenzunahme von $\frac{1}{11}$. Es setzt sich daher glücklicher Weise meist an der Oberfläche ab, und schützt als schlechter Wärmeleiter das darunter fließende Wasser vor dem Ausfrieren. Doch kommt auch

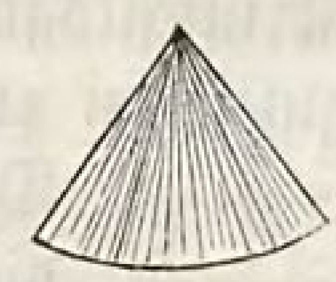
Grundeis vor, welches sich besonders an rauhen Gegenständen der Tiefe absetzt, und Steine, Anker, selbst große Lasten vom Boden empor hebt (Pogg. Ann. 28. 204). Eis ohne Luftblasen soll untersinken (Pogg. Ann. 104. 657), was jedoch den Wägungen von Brunner (Pogg. Ann. 64. 113) widerspricht.

Das Wasser gefriert bei 0°, besonders wenn eine kleine Erschütterung eintritt, ganz ruhiges Wasser kann viel kälter werden. Freischwebende Wasserkügelchen in einem Gemisch von Chloroform und Oel können —20° ertragen (Pogg. Ann. 114. 554). Es scheidet dabei alle gelösten Salze aus, daher lassen sich Wein, Bier, Salzsoolen durch Frost concentriren. Doch schließt das Eis immer kleine Blasen ungefrornen Wassers ein, besonders wenn es schnell gefriert, und nach Brewster soll dieser Einschluß selbst bei der stärksten Kälte flüssig bleiben (Pogg. Ann. 7. 509). Daraus erklärt sich ein kleiner Salzgehalt des Meereises.

Die hohe See gefriert selbst in den kältesten Gegenden nur an den Küsten des Festlandes und der Inseln. Tiefe Wasser gebrauchen überhaupt längere Zeit zum Gefrieren als flache, weil die ganze Masse erst auf einen niedern Temperaturgrund gebracht werden muß, ehe die Oberfläche sich verdichten kann. Das Maximum der Dichtigkeit des Süßwassers tritt bei + 4° C. ein, alle kältern Mengen schwimmen daher oben. Das Meerwasser hat dagegen bis an das Eis hin (— 3,1 R.) kein Maximum (Erman Pogg. Ann. 12. 463). Nach Neumann (Pogg. Ann. 113. 283) bei — 4°,7 C., und gefriert bei — 2°,6 C., wenn es steht, bewegt bei — 2°. Die Mächtigkeit des Gletschereises erreicht in den Alpen

bis 1000 Fuß. Die Gletscher bewegen sich in Folge des Druckes unter Beihilfe von Wärme, Sommers stärker als Winters, und gleich dem Strome innen und am Rande langsamer, als an der Oberfläche und gegen die Mitte. Das Gletschereis entsteht aus **Firn**, eine körnige Masse, welche sich, wie unsere „Schneewölfe“ im Frühjahr, aus dem feinen Schnee der Alpengipfel heraus bildet. Merkwürdig und von den Ungarn bewundert ist die Eishöhle von Dobschau in 1150 m Höhe des Göllnitzer Thales. In einer Umgebung von + 3,5° C. mittlerer Temperatur hat sich ein Eismassiv von 20 Meter Dicke gebildet mit den bizarrsten Staunen erregenden Formen.

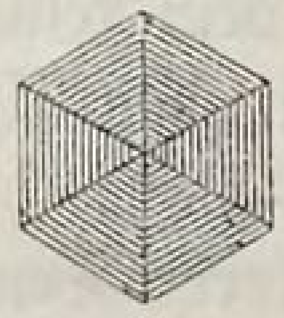
Hagel. Bei starkem Hagelwetter fällt er in regelmäßigen Kugeln, die einen Durchmesser von $\frac{1}{2}$"—1" haben, und viel Durchscheinenheit besitzen. Schneeweiße Stellen geben ihm öfter ein wolkiges auch concentrischschaaliges Aussehen. Gewöhnlich fällt er jedoch in pyramidenförmigen Stücken, deren Basis sich kugelförmig rundet, und deren Spitze wie es scheint von undeutlichen Flächen begränzt wird.



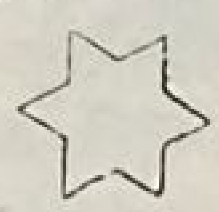
Ihre Zahl möchte man zwar gern auf sechs bestimmen, weil man beim Eise überhaupt an dihexaedrische Bildungen denkt, doch gelingt ein scharfes Zählen nicht. Es mag diese Zuspitzung zur falschen Vorstellung, als seien sie „birnförmig oder pilzartig“ (L. v. Buch Abh. Berl. Akad. Wiss. 1814. 75) geführt haben. Cap. Delcroß (Gilbert's Ann. 68. 323) hielt diese Pyramiden für Theile gesprengter Kugeln. Doch schwebt über der Sache noch ein Dunkel. Die Oberfläche ist bei frischfallenden auch wohl wie bepudert, aber der Schneepuder schmilzt schnell ab. Hagelkörner von Faustgröße und darüber mögen immer Conglomerate von mehreren an einander gebackenen Kugeln und Pyramiden sein, daher ist auch ihre Oberfläche nicht rund, sondern unregelmäßig höckerig. Arago (Pogg. Ann. 13. 347) erwähnt Klumpen von 4" Durchmesser und 14" Umfang. Zu Tippoo Saheb's Zeit soll bei Seringopatam in Indien eine Masse von Elephantengröße herabgefallen sein! Nach dem Berichte der Offiziere wirkte sie auf die Haut wie Feuer! (Eis ist nämlich in Indien ein sehr unbekanntes Ding). Wenn aber Knollen zersprengt werden und sich ballen können, so setzt das großen Sturm voraus, welcher die kalten Luftschichten mit den warmen mischt. Große Hagelkörner fallen nur zur heißen Jahreszeit, und zwar geht ihre Bildung in den tiefern Regionen der Atmosphäre vor sich. Der Luftschiffer Barrel fand im Hochsommer bei 21000' Höhe — 39°. Diese kalten Schichten können unter Umständen in ruhigen Thalbecken labil werden, und die mit Wasserdünsten gesättigten Regionen unter den Gefrierpunkt herabdrücken (Württ. nat. Jahresh. 1873 Bd. 29. 401). Dihexaeder mit Säulen ähnlich dem Quarz fielen in Italien, Cmpt. rend. 83. 1010. Graupeln (Grésils), kleinere Körner, aber häufig auch noch von pyramidaler Form, fallen zur kältern Jahreszeit; cf. Nov. Act. Leop. 1823. XI. 2; Bericht Leipz. Soc. 1853. pag. 133; Pogg. Ann. 102. 246; 114. 539; 117. 91.

Schnee ist gefrorener Wasserdunst, der in feinen sechsseitigen Stern-

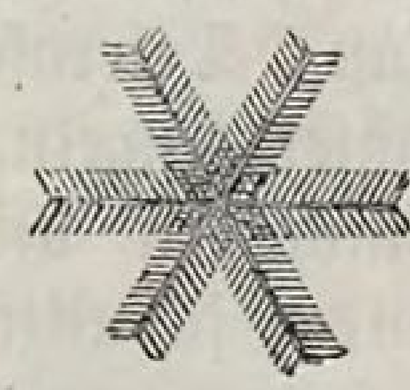
chen aus der Luft zu Boden fällt. Je trockener die Luft, desto kleiner, aber auch desto zierlicher sind die Figuren. Der Reif hat dieselbe Form, und auch am blumigen Beschlage gefrorner Fensterscheiben findet man sie zuweilen: so habe ich im Winter 1853/54 mehrere Male mit großer



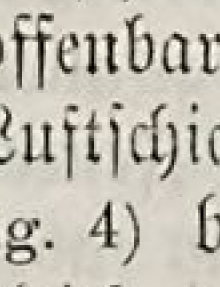
Deutlichkeit beistehende Tafeln an den Fensterscheiben der hiesigen mineralogischen Sammlung beobachtet, drei Hauptaxen zeichnen sich durch Dicke aus, davon gehen dann feinere Nebenlinien in großer Zahl ab, aber alle schneiden sich in der Ebene der Axen unter 60° und 120°. Die Mannigfaltigkeit, welche aus so einfacher Lineation entstehen kann, hat seit Olaus Magnus, Kepler (de nive sexangula 1611), Cartesius, E. Bartholinus (de figura nivis 1661) etc. die verschiedensten Köpfe angezogen. Krystallographisch bieten sie wenig Schwierigkeit. Vielleicht kann man zweierlei etwas wesentlichere Unterschiede festhalten: gepuderte und eisige.



Die **eisigen** bilden durchsichtige Platten mit gezackten Rändern, die 6zahl herrscht zwar, doch kommen auch 12strahlige, ganzrandige ꝛc. vor. Gewöhnlich ist keine Linie daran, die nicht einer der Hauptaxen parallel ginge. Sie scheinen so homogen, daß man sie wohl durch polarisirtes Licht dürfte prüfen können. Die **gepuderten** sind durch die Menge der Linien und Schneeflocken, welche auf ihnen



haften, viel complicirter und häufig dadurch undeutlich. So lange man aber Lineationen verfolgen kann, gehen sie immer den Hauptaxen parallel. Alle diese Sterne sind tafelartig und äußerst selten anders. In Größe übersteigen sie wenige Linien nicht, und je kleiner, desto bestimmter und zierlicher. Die großen Schneeflocken sind blos Haufwerke von kleinern, und zur Beobachtung der Formen weniger geeignet. Merkwürdiger Weise finden sich bei ein und demselben Schneefall nicht nur verschiedene Formen, sondern auch gepuderte und eisige durcheinander: offenbar aus verschiedenen Regionen, die eisigen vielleicht aus den höhern Luftschichten. Vierstrahlige hat schon Wallerius (Wasserreich 1751. fig. 4) beobachtet, es sind aber Seltenheiten, und ich möchte daraus nicht gleich auf Dimorphismus schließen. Zeichnungen verdankt man dem Prediger Scoresby, der als Capitain eines Walfischfängers in dem Po-



larmeer zur Beobachtung vielfache Gelegenheit hatte. Neben vielerlei Sternen hat derselbe auch halbe Dihexaeder, wie beim Hagel, gesehen (vielleicht waren es Graupeln), und einmal bedeckte sich das Schiff mit eigenthümlichen sechsseitigen Prismen, die sich an den Enden, und zuweilen auch in der Mitte zu sechsseitigen Platten ausbreiteten (Kämtz, Vorlesungen über Meteorologie. 1840. pag. 154). Dr. Schuhmacher (die Krystallisation des Eises 1844) hat den Gegenstand monographisch behandelt. Viele Figuren zeichnete der Hof-Küchenmeister Franke zu Dresden im Winter 1845/46 auf (Festschrift zur 25jähr. Feier der Isis. 1860).

G. Rose (Ural Reise I. 406) macht bei Beschreibung der dendritischen

Zwillinge des Kupfers auf die Aehnlichkeit mit Schneekrystallen aufmerksam, und hält es für wahrscheinlich, daß auch sie zum regulären Krystallsysteme gehören. Unmöglich ist eine solche Ansicht der Sache nicht. Auch könnte man von chemischer Seite geltend machen, daß ein Krystallisiren durch Destillation gar wohl eine andere Form erzeugen dürfte, als das Krystallisiren durch Erkalten. Aber direct beweisen kann man es für den Schnee nicht. Dagegen zeigte Prof. Dogiel (Bull. Acad. Petersb. 1875. XX), daß man mit Jodoform C H J_3 ganz dieselben Bilder erzeugen könne, die aber optisch einaxig, wie Eis, sind.

Wasser. Ob das reine Wasser eine Farbe habe oder nicht, ist nicht so leicht ausgemacht. Hr. Bunsen (Liebig Ann. Chem. 62. 44) zeigte jedoch, daß destillirtes Wasser in einer 2 Meter langen Röhre rein blau erscheine, wenn man eine weiße Porzellanplatte betrachte. Beetz (Pogg. Ann. 115. 137) versah einen Kasten sinnig mit Spiegeln, welche den Lichtstrahl zwingen auf langem Zickzackwege durchzugehen. Damit lassen sich sofort die verschiedenen Farben des Wassers, welche von geringen Beimengungen herkommen, ermitteln. Die alte Halley'sche Behauptung, daß das Wasser im reflectirten Lichte anders aussehe als im durchgehenden, bestätigt sich nicht. Das Caraibische Meer soll so klar sein, daß das Hinabschauen Schwindel errege. Sieht man durch eine enge Oeffnung auf das tiefe klare Meer, so erscheint es gesättigt Ultramarinblau. Die schöne blaugrüne Farbe der Rhone bei Genf, des Rheins bei Schaffhausen, des Doubs im Jura, des Blautopfs bei Blaubeuren 2c. sind bekannt. Flüsse der Moorgegenden sind braun: die Schussen in Oberschwaben. In den Urwäldern des Orinocco führen die Wasser so viel humussaure Salze, daß sie eine Kaffeebraune Farbe annehmen, im Glase goldgelb, im Schatten tintenschwarz aussehen.

Das Wasser absorbirt Luftarten, und zwar um so mehr, je stärker der Druck. Bei gewöhnlichem Druck nimmt 1 Volumen Wasser 1,06 Volumen Kohlensäure auf, bei 7 Atmosphären Druck (gleich einer Wassersäule von 32'. 7 = 224') dagegen schon 5mal so viel, also 5,3 Vol. $\ddot{C}$. Läßt dieser Druck nach, tritt z. B. solches Wasser aus dem Erdinnern an die Oberfläche, so muß die Kohlensäure entweichen, was meist mit starkem Brodeln geschieht. Es enthalten die Quellen von Niedernau, Cannstadt, Selters 1 Vol. $\ddot{C}$, Imnau $1\frac{1}{2}$ Vol., Gailnau 1,6 Vol., Burgbrohl in der Eifel 5,3 Vol, ungefähr das bekannte Maximum.

Bestandtheile: Natron ($\dot{N}a\ddot{C}$, Na Gl, $\dot{N}a\dddot{S}$) gehört bei weitem zu den gewöhnlichsten, seltener schon Kali an Chlor gebunden z. B. in der Soole von Berchtesgaden. Lithion im Karlsbader Sprudel, der Kreuzbrunnen zu Marienbad enthält $\frac{1}{70000}$ Li $\ddot{C}$. Caesium in der Dirkheimer Soole. Kalkerde und Talkerde sehr verbreitet. Strontianerde ist zwar selten, doch kommt sie im Karlsbader-, Pyrmonter-, Selters-Wasser vor, noch seltener Baryterde, wie zu Ems und Pyrmont. Thonerde an Alaun gebunden zu Bath in England, Halle an der Saale. Unter den Metallen finden sich nicht blos die ganz gewöhn-

lichen Eisenoxydul, Manganoxydul, Zinkoxyd ꝛc. häufig, sondern auch seltenere sind besonders in den Quellenabsätzen gefunden worden: Arsenik und Kupfer in den Schwarzwaldquellen, Antimon in den Thermen von Wiesbaden, Zinn in dem Saidschützer Bitterwasser, wohl aus dem dortigen Olivin stammend, Blei im Säuerlinge von Rippoldsau. Von den Säuren spielen besonders Kohlensäure, Phosphorsäure, Kieselsäure, Borsäure, Chlor, Brom, Jod, Fluor eine Rolle; Quellsäure, Stickstoffverbindungen (Barègine). Ja man wird bald sagen können, es kommen mit Wahrscheinlichkeit alle Substanzen gelöst im Wasser vor. Prof. Ludwig in Jena (die natürlichen Wasser in ihren chemischen Beziehungen zu Luft und Gesteinen. 1862) gibt über die große Verbreitung der Stoffe bequeme Zusammenstellungen.

Meerwasser

nimmt an der Erdoberfläche den größten Antheil, denn es verhält sich Land : Meer = 10 : 27, und das Senkblei will man im Atlantischen Ocean auf 43,000′ hinabgelassen haben, welche ungeheure Tiefe die Höhe der Berge noch ein Bedeutendes übertreffen würde. Unter den Tropen beträgt in der Tiefe die Temperatur nur 2° Reaum., während die Oberfläche 22° zeigt, der kalte Polarstrom ist daran schuld. Wegen des Salzgehaltes ist sein Gewicht 1,028. Mulder (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 55. 499) fand in 5000 Theilen Flußwasser aus den Niederlanden 1 Theil Salze, während in derselben Menge Meerwasser 185 Theile vorkamen, und wo die Nordsee 3,187 feste Theile hat, hat das Mittelmeer 4,1; noch salziger ist das Rothe Meer; beim warmen Golfstrom zieht schon die Verdunstung einen stärkern Gehalt nach sich. Das Salz des atlantischen Oceans besteht in 100 Theilen aus 78,5 Chlornatrium, 9,4 Chlormagnesium, 6,4 schwefelsaurer Magnesia, 4,4 schwefelsaurem Kalk, 1 Chlorkalium, 0,17 Brommagnesium, 0,04 kohlensaurem Kalk, 0,009 Kieselsäure, 0,13 Ammoniak. Lithium und Strontium weisen die Spectralanalysen besonders in den Kesselsteinen der Seedampfschiffe nach. Borsäure fand Strecker, sogar Metallspuren von Silber, Kupfer, Blei, Zink, Kobalt, Nickel, Mangan ꝛc. fehlen nicht. Das Meerwasser schmeckt daher bitter.

Meere und Seen ohne Abfluß zeigen gewöhnlich einen großen Gehalt an Chlormagnesium. Chr. Gmelin (Pogg. Ann. 9. 177) fand im Wasser des Todten Meeres von 1,21 specifischem Gewicht 11,77 Mg Gl, 7,07 Na Gl, 3,21 Ca Gl, 0,44 Mg Br im Ganzen 24,54 Salz und 75,46 Wasser. Es ist also eine wahre Salzlacke. Aehnlich der Eltonsee mit 19,7 Mg Gl, 5,3 $\dot{M}g\,\dddot{S}$, 3,8 Na Gl, zusammen 29,2 fester Bestandtheile. Vergleiche pag. 623.

Die Soolquellen, meist im Steinsalzgebirge entspringend, haben mit dem Meerwasser Aehnlichkeit, nur schlägt Chlornatrium vor, während Bittersalz zurücktritt. Dagegen findet sich gern ein größerer Gyps-

gehalt. Das **Fundbohrloch** zu Friedrichshall am untern Neckar, seit 1816 im Betrieb, hat eine 26gradige Soole mit 25,56 Na Ȼl, 0,437 $\dot{Ca}\ddot{S}$, 0,01 $\dot{Ca}\ddot{C}$, 0,006 Mg Ȼl, 0,002 $\dot{Mg}\ddot{S}$. Die beim Salzsieden gewonnene Mutterlauge enthält: 24,5 Na Ȼl, 0,025 Na Ƀr, 0,23 Ca Ȼl, 0,52 Mg Ȼl, 0,42 $\dot{Ca}\ddot{S}$. Für medicinische Zwecke hat man sie durch Eindampfen concentrirt, wobei sich vorzugsweise Na Ȼl ausscheidet, und eine Lauge mit 10 Na Ȼl, 0,75 Na Ƀr, 9,8 Mg Ȼl, 4,9 Ca Ȼl, 1,23 K Ȼl bleibt. Es entsteht auf diese Weise wie in den Bitterseen eine an Chlormagnesium reiche Mischung.

Quellwasser

sind meist hart, d. h. sie zersetzen die Seife, weil sie nämlich Salze gelöst halten. Die gewöhnlichsten Bestandtheile sind Kohlensäure, entweder frei oder an Kalkerde gebunden, als sogenannte doppeltkohlensaure Kalkerde. Bei Verlust der Kohlensäure lassen sie den Kalk fallen (incrustirende Quellen). Kommen solche zufällig heiß aus der Erde, so geht die Uebersinterung fremder Gegenstände mit Kalkstein schnell von Statten. Das Wasser bekommt durch den kohlensauren Kalk einen angenehmen Geschmack, wie an der schwäbischen Alp. Die reinsten Quellen findet man im Urgebirge, Buntensandstein ꝛc., aber diese schmecken etwas fade, wie z. B. auf dem Schwarzwalde. Herrscht die Kohlensäure so weit vor, daß sie beim Einschenken stark perlen, so heißt man sie

Säuerlinge (Sauerwasser). Es ist dieß die größte Klasse der Heilquellen. Die einen schmecken äußerst angenehm, und werden mit großer Vorsicht gefüllt und versendet. Das Selterswasser füllt man Nachts, weil es dann die meiste Kohlensäure halten soll. Wenn sie nur wenige feste Bestandtheile haben, so heißen sie ä c h t e S ä u e r l i n g e, sie trüben Kalkwasser stark, lösen aber im Ueberschuß den Niederschlag wieder, indem sich saurer kohlensaurer Kalk bildet. Nach ihren festen Bestandtheilen hat man sie in verschiedene Unterabtheilungen gebracht, am erkennbarsten darunter sind die sogenannten S t a h l w a s s e r oder E i s e n s ä u e r l i n g e, weil ein unbedeutender Gehalt an $\dot{Fe}\ddot{C}$ der Quelle einen Dintengeschmack gibt: Struve fand in der Pyrmonter Trinkquelle in 1 ℔ = 7680 Gran nur 0,49 Gr. $\dot{Fe}\ddot{C}$, die Dintenquelle von Teinach im Schwarzwalde enthält $\frac{3}{4}$ Gran. Besonders heilkräftig erweisen sich die Natroinen, worin die Kalk- und Magnesiasalze zurücktreten: in 10,000 Theilen hat in Frankreich Vichy 38 $\dot{Na}\ddot{C}$ und nur 0,48 $\dot{Ca}\ddot{C}$; in Böhmen die Biliner Josephsquelle 31,2 $\dot{Na}\ddot{C}$ und 3 $\dot{Ca}\ddot{C}$; im Brohlthal der Heilbronnen 17,5 $\dot{Na}\ddot{C}$ und 3,7 $\dot{Ca}\ddot{C}$. Die Alkalischen Salze sind an sich schon löslich, allein Kalk und andere Erd- und Metallbasen bedürfen dazu einen Ueberschuß an Kohlensäure, sie sind erst als doppeltkohlensaure Basen ($\dot{B}\ddot{C}^2$) löslich, diese Kohlensäure nennt man, gegenüber der freien, halbgebunden. Bei der künstlichen Bereitung der Mineralwasser scheint die quantitative Menge der Bestandtheile allein nicht zu genügen, sondern es kommt auch auf die Gruppirung an, welche freilich schwer zu ermitteln ist, Jahresb.

der Gesellsch. Nat. Heilk. Dresden 1875/76. pag. 29. Wie wesentlich der Gehalt der Wasser von dem Boden abhängt, aus welchem die Quelle hervorkommt, das zeigen in auffallendem Grade die

Schwefelwasser (aquae hepaticae). Sie verbreiten einen Geruch nach faulen Eiern, haben einen widrigen Geschmack, hineingeworfene Silbermünzen werden schwarz. Am stärksten sind die kalten, welche in 100 Maß Wasser 4 Maß Schwefelwasserstoff enthalten können. Am Fuße der schwäbischen Alp treten aus den Liasschiefern eine ganze Reihe solcher Quellen hervor, worunter Boll die berühmteste: zunächst zersetzt sich der fein vertheilte Schwefelkies des Gebirges zu schwefelsauren Salzen; da nun aber zugleich Bitumen vorkommt, so wirkt derselbe desoxydirend, erzeugt Schwefellebern, die Schwefelwasserstoff geben, was die Quellen aufnehmen. Selbst Gyps kann solchen desoxydirenden Einwirkungen nicht widerstehen. Die heißen Schwefelwasser von Aachen und in den Pyrenäen sind zwar nicht so stark als die kalten, aber auch hier scheinen organische Stoffe auf schwefelsaure Salze eingewirkt zu haben, wie schon der Gehalt an Barègine in den Pyrenäenbädern beweist. Dazu kommen dann aber noch Schwefellebern in Lösung. Selbst der HS in Vulkanen könnte in den mit organischen Substanzen geschwängerten Meerwassern seinen Grund haben. Auch die

Gypshaltigen Wasser, welche sich auf Zusatz von Alkohol trüben, haben ihren Sitz vor allen im Gypsgebirge, man findet sie besonders in der Unterregion des Keupers von Schwaben, wo das anstehende Gypsgebirge über den Ursprung gar keinen Zweifel läßt.

Es gibt noch eine Menge mineralischer Wasser, welche in unmittelbarem Zusammenhange mit chemischen Processen im Erdinnern stehen, so die Eisenvitriolwasser von Alexisbad am Unterharze, welche aus einem alten verlassenen Stollen kommen; die Cementwasser in großen Grubenbauen von Goslar, Falun, Neusohl rc., welche Kupfer- und Eisenvitriol enthalten, daher auf Eisen Kupfer absetzen; Wasser mit freier Salzsäure (Rio Vinagre) kommt in einem gewaltigen Strome von der Höhe des Vulkans von Purace bei Popayan herab: in seinen weitberühmten Wasserfällen wird der Wasserstaub dem Auge beschwerlich, und beim Eintritt in den Rio Cauca vertreibt er auf 4 Meilen alle Fische, obgleich 1000 Theile Wasser nur 6,8 freie Salzsäure enthalten.

Das Wasser enthält außer den Bestandtheilen, welche sich durch direkte Analyse nachweisen lassen, noch andere Beimischungen, aber in so kleinen Mengen, daß man lange von ihrer Existenz darin nichts wußte. Prüft man dagegen die Quellenabsätze, so kommen sie zum Vorschein! Walchner fand 1844, daß eine große Reihe von Mineralquellen Arsenik und Kupfer in ihrem Quellenschlamm bergen (Cannstadt, Rippoldsau, Ems, Wiesbaden, Pyrmont rc.). Der Ocker von Cannstadt (Jahreshefte vaterl. Naturk. Württemb. III. 257) enthält 60,9 Eisenoxydhydrat, 9,4 kohlensauren Kalk, 5,4 Kieselsäure rc. und 0,8 p. C. arsenige Säure. Der Sprudelstein von Karlsbad 0,27 Arsenik. Im Sprudel sind überhaupt

30 Stoffe nachgewiesen, und darunter Antimon, Gold, Kupfer, Chrom, Zink, Kobalt, Nickel, Titan ꝛc. Nähme man an, daß im Wasser Arsenik und Eisen in demselben Verhältniß enthalten seien, wie im Absatz, so kämen bei Cannstadt auf 10 Millionen Theile Wasser 1,5 Arsenik, oder auf 220 Maas 1 Gran. Will berechnete im Wasser der Josephsquelle von Rippoldsau auf 1000 Millionen Theile Wasser 600 $\ddot{\bar{A}}s$, 104 $\dot{C}u$, 25 $\dot{S}n$, 16 $\ddot{\bar{S}}b$; der Ocker enthält 50,6 $\ddot{\bar{F}}e$ und 1,13 p. C. Metalle, im metallischen Zustand berechnet. Derartige Untersuchungen zeigen zu deutlich, wie durch die Wasser seltene Stoffe nach den verschiedensten Gegenden hingeführt werden können. Sie werfen in sofern Licht auf die Möglichkeit der Bildung selbst seltener Mineralstoffe im Schooße der Erde auf nassem Wege pag. 200.

Regenwasser hat die wenigsten Bestandtheile, daher ist auch das trübe Fluthwasser, wenn man es von den mechanisch suspendirten Theilen befreit, reiner, als der klare Fluß, welcher blos aus Quellen gespeist wird. Bei der Wichtigkeit des Wassers zum Gebrauch hat man Methoden ersonnen, die schneller zu Resultaten führen, als mühsame Analysen. Trommsdorff (die Statistik des Wassers und der Gewässer 1869) setzte das auseinander, man nennt es Hydrotimetrie (Wasserwerthmessung), sie beruht hauptsächlich auf Titriren. Trink- und Flußwasser enthalten die Kohlensäure gewöhnlich nur gebunden, da sie mit Rosolsäure geröthet werden (Ztschr. Biol. 1875 XI. 310). Spuren von salpetersauren Salzen fehlen zwar selten, aber sie dürfen ein gewisses Maß nicht überschreiten, sonst sind sie (durch Cloaken verunreinigt) der Gesundheit schädlich. Man spricht jetzt viel von Grundwassern, d. h. Brunnenständen im Diluvium und Alluvium. In ältern Gebirgen pflegt der Quellenlauf an gewisse Schichten (Schichtenwasser) gebunden zu sein.

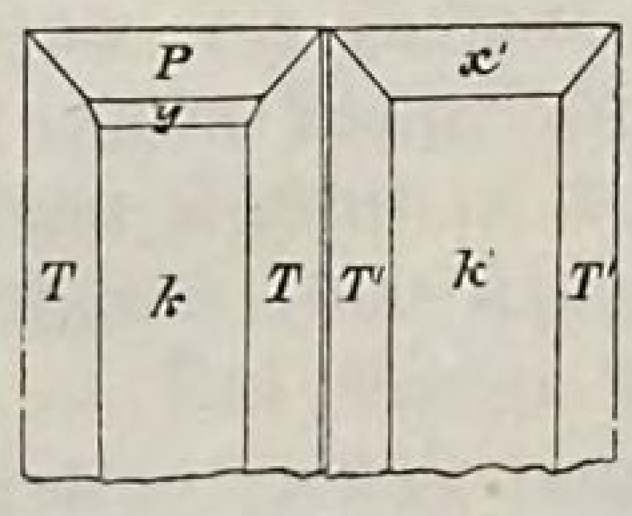
Anhang.

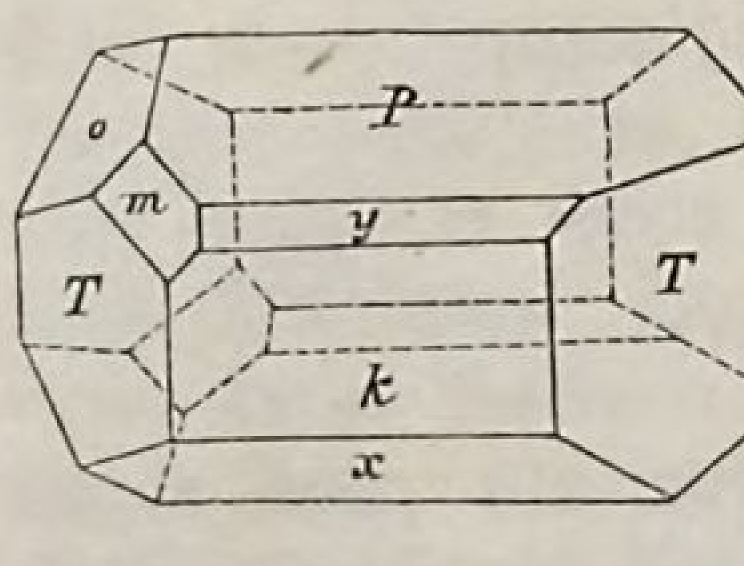
Künstliche Krystalle

(Chemikalien) gehören im Grunde genommen, wenigstens was Form und äußere Kennzeichen betrifft, ins Gebiet der Mineralogie. Mit jedem Jahre wird es schwerer die Gränze zu ziehen, auch mehren sich die systematischen Vorarbeiten, wie Kopp (Einleitung in die Krystallographie 1849), Schabus (Sitzungsber. Wiener Akad. Wiss. 1855. X. 757), Rammelsberg (Handbuch der krystallographischen Chemie 1855). Ich hebe nur beispielsweise Einiges hervor, namentlich um zu zeigen, daß es oftmals nicht der mühsamen Messungen und Rechnungen bedarf, sondern des Blickes zur richtigen Orientirung: denn was thut es, ob ein Winkel ein Paar Grade größer oder kleiner ist, das Wesen bleibt immer das Erkennen des Systems. Ja ich kann mit einer Krystallbildung vortrefflich vertraut sein, ohne auch nur ein Mal an eine Winkelgröße gedacht zu haben. Das war der Standpunkt der Weißischen Zonenlehre.

1. Zucker $C_{12} H_{11} O_{11}$.

Sucre candi R. de Lisle Essai 103, Kandis-Zucker (Rohrzucker), welcher braun bis farblos käuflich zu haben ist, kann man sich leicht in Krystallen verschaffen. Prof. Hankel (Pogg. Ann. 49. 495) hat ihn beschrieben und Kopp (Krystallogr. §. 358) mit dem Reflexionsgoniometer gemessen. Oberflächlich angesehen erscheinen die Krystalle als Oblongoktaeder TPx, mit abgestumpfter Endecke k. Allein es gibt öfter **Zwillingstafeln**, welche die Säule T/T gemein haben, und deren Endflächen (P mit x') nicht einspiegeln. Damit ist sogleich ohne irgend eine Messung das 2 + 1gliedrige System bewiesen (Weinsteinsäure): eine geschobene Säule T = a : b : ∞c macht vorn über k 78° 30', ihr seitlicher Winkel von 101° 30' kann wegen seiner guten Ausbildung mit dem Anlegego-





niometer leicht controlirt werden. Durch Abstumpfung der vordern Säulenkante k = a : ∞b : ∞c werden die Krystalle häufig tafelartig. Diese k ist deutlich blättrig, läßt sich mit dem Messer spalten, und so fort zur optischen Untersuchung anwenden. Von den Schiefendflächen ist die etwas drusige P = a : c : ∞b, 76° 30′ gegen Axe c, häufig etwas stärker ausgedehnt, als die glattere hintere Gegenfläche x = a′ : c : ∞b, 64° 30′ gegen Axe c. Da also P/k = 103° 30′ und x/k = 115° 30′ ist, so kann man beide mit dem Anlegegoniometer nicht verwechseln. Bei guten Krystallen findet sich unter P noch eine deutliche Abstumpfung y = c : $\frac{1}{3}$a : ∞b, welche auf der Hinterseite nicht ist, und daher die Zwillinge so augenfällig macht. Höchst eigenthümlich ist eine Fläche aus der Diagonalzone von P die zugleich T/x abstumpft, folglich o = a : c : $\frac{1}{2}$b. Sie kommt nur einseitig links unten und links oben vor, weßhalb die Parallelen fehlen, gerade wie bei der Weinsteinsäure. Dasselbe gilt auch von der noch seltneren m = $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$b : c. Nach diesen Flächen richtet sich nun auch die Thermoelektricität: Axe b bildet die Thermoelektrische Axe, und da nur an einem Ende von b die Flächen o und m auftreten, so zeigt sich dieses bei abnehmender Wärme als das antiloge (negative). Setzt man nach E. Wolff (Journ. prakt. Chem. 1843. 28. 129) x = $\frac{1}{2}$a′ : c : ∞b, so sind die Axen a : b : c = 3 $\sqrt{2}$: $\sqrt{3}$: 1 fast genau rechtwinklig, und die Flächenausdrücke werden T 110, P 101, x 2′01, y 401, o 131, m 431.

Zwillinge legen sich gewöhnlich mit der stumpfen Säulenkante am Ende b aneinander, und zwar so, daß die beiden gleichnamigen Pole sich einander zu- und abwenden. Es begränzen sich also die Zwillingsindividuen entweder mit ihren positiven oder negativen Polen. Durchwachsen sie sich in dieser Lage, so heben sich die Elektricitäten auf.

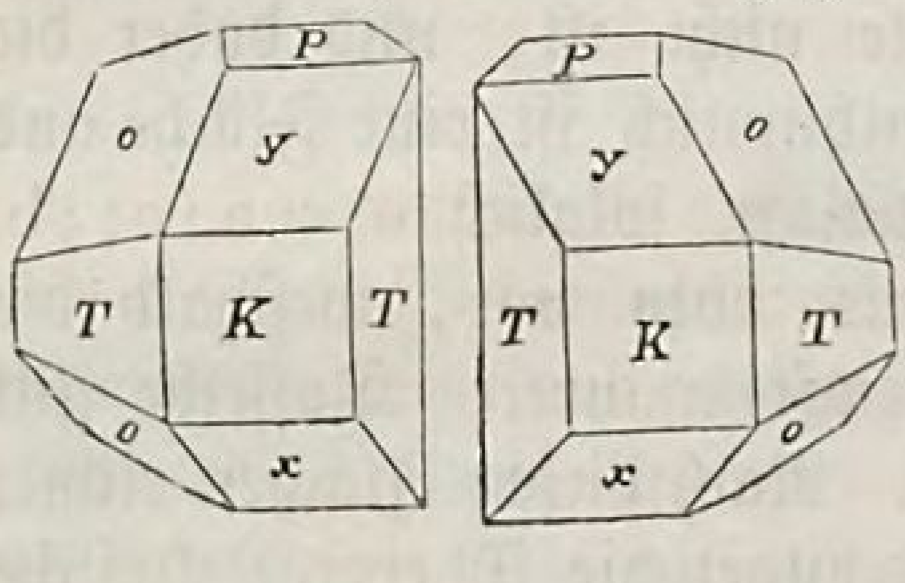
Krystallisirter Zucker steht nicht um, wie die unkrystallinischen Bonbons pag. 206. Die optischen Axen orientirt man nach dem blättrigen Bruch k: die Ebene der optischen Axen mit der Medianebene zusammenfallend steht senkrecht auf k, und die eine optische Axe steht auch fast senkrecht auf diesem Blätterbruch. Nach Miller (Pogg. Ann. 55. 630) weicht sie von der senkrechten auf k nur 1° 26′ nach unten ab, die andere optische Axe liegt ungefähr 50° darüber. Sie zeigen conische Refraction.

Zuckerlösungen haben rechts drehende Circularpolarisation (Pogg. Ann. 28. 165), was sich sogar schon beim frischen Safte zuckerbildender Pflanzen zeigt. Das geht selbst soweit, daß man aus der Größe der Drehung auf den procentischen Zuckergehalt schließen kann, was für die Runkelrübenzuckerfabrikation von praktischer Wichtigkeit ist. Stellte man P hinten hin, so würden o und m auch rechts liegen.

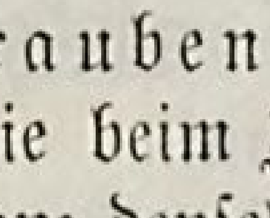
2. Weinsäure $C_4 H_2 O_5 + HO$.

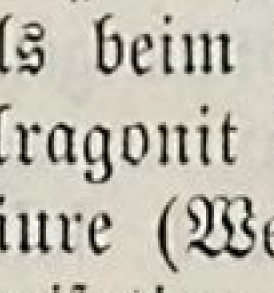
Wird aus Weinstein bereitet, heißt daher auch Weinsteinsäure, ein wichtiges Reagens für Kali, da sie in nichtsauren Lösungen von Kali-

salzen Weinstein (saures weinsaures Kali) niederschlägt. Sie stimmt mit Rechtstraubensäure überein, die durch die Untersuchungen von Pasteur (Pogg. Ann. 80. 127) höchst interessant ward. Ihre Form gleicht auffallend dem Zucker, dabei ist sie besser ausgebildet. Hankel (Pogg. Ann. 49. 500) beschreibt sie bereits richtig. Wir haben wieder eine Säule T = a : b : ∞c seitlich in Axe b 102° 54′ also nur unwesentlich vom Zucker abweichend; ihre vordere scharfe Kante von 77° 6′ wird durch die blättrige k = a : ∞b : ∞c gerade abgestumpft. Schiefendfläche P = a : c : ∞b ist 79° 28′ gegen Axe c geneigt, und steht rechtwinklig gegen die Medianebene. Die hintere Gegenfläche x = a′ : c : ∞b 57° 30′ gegen Axe c, und vorn unter P noch eine Fläche y = c : $\frac{1}{3}$a : ∞b 45° gegen Axe c. Gewöhnlich dehnen sich x und y so stark aus, daß P kaum sichtbar wird. In solchen Fällen läßt uns jedoch das Handgoniometer nicht irren, da k/x = 122° 30′ und k/y = 135° beträgt. Von dem Augitpaare o = a : $\frac{1}{2}$b : c tritt nur die eine Hälfte auf der rechten Seite auf, sie liegt in der Diagonalzone von P und in Zone Ty, daher sind x und y meist Rhombenflächen. Schwindet P, so machen ko eine wenig geschobene Säule 97°, worauf xyTT Rhomben bilden würden, wenn die Parallele von o da wäre. Zwar sieht man auch die linke o öfter, aber blos klein. Selbst m = $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$b : c stumpft zuweilen Ecke Toyk ab. Wir hätten dann genau den Zonenzusammenhang wie beim Zucker, nur o und m rechts, statt links, was übrigens bei der viel seltnern Linkstraubensäure vorkommt. Auch Zwillinge und Thermoelektricität sind wie beim Zucker. Die Winkel weichen zwar etwas ab, doch nimmt Wolff ganz denselben Säulenwinkel 78° 30′ an, und fand P genau $\frac{2}{3}$fach stumpfer als beim Zucker. Conische Refraction, Kegel doppelt so offen als bei Aragonit Pogg. Ann. 1875 Bd. 156. 675. Löst man Rechtstraubensäure (Weinsäure) in Wasser, so zeigt die Flüssigkeit rechte Circularpolarisation, die Linkstraubensäure dagegen linke.

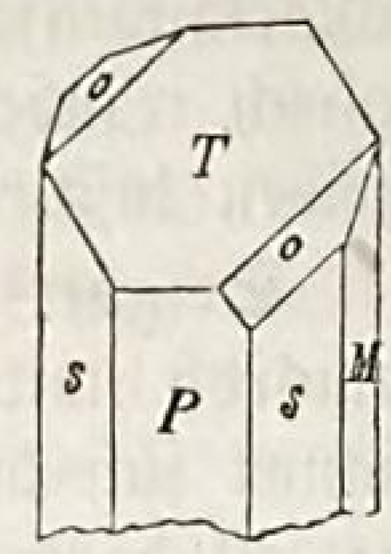


Traubensäure C_4HO_5 1gliedrig, wurde zu Thann in den Vogesen bei der fabrikmäßigen Bereitung der Weinsäure bekannt (Pogg. Ann. 19. 319). Die säulenförmigen Krystalle in nebenstehender Horizontalprojection könnte man als eine geschobene Säule d/e nehmen, deren scharfe Kante g abstumpft. Am Ende zeigt sich ein Augitpaar b/c, das mit g in eine Zone fällt. Fläche a ist blättrig und steht schief gegen die Kante b/c. Man erkennt die Blättrigkeit leicht, sobald man die Säule von den Drusen herunterbricht. Da nun in der Säule öfter noch f die Kante g/e abstumpft und mit Kante a/c in einer Zone liegt, und ferner b sich verkleinert oder ganz fehlt, so kann man die Krystalle beim ersten Anblick für eine achtseitige Säule defg mit einem aufgesetzten Augitpaar c/a, ähnlich wie bei der Augitkrystallisation, nehmen.





Traubensaures Natron=Ammoniak. Sättigt man gleiche Theile Traubensäure durch Natron und Ammoniak, und mischt die beiden Flüssigkeiten mit einander, so setzen sich beim Erkalten nach mehreren Tagen große 2gliedrige Krystalle ab, theils mit rechts=, theils mit links=hemiedrischen Flächen: rechts= und links=traubensaures Natronammoniak. Es sind oblonge Säulen P/M mit Geradendfläche T. Die geschobene Säule s stumpft die Kanten P/M ab. Das Oktaeder o = a : b : c am Ende ist aber nur zur Hälfte da: bei unserm rechten Krystalle ist die Kante T/s rechts abgestumpft; bei den linken muß es die linke T/s sein.



Behandelt man nun solches rechtstraubensaure Natronammoniak mit salpetersaurem Bleioxyd, so schlägt sich rechtstraubensaures Bleioxyd nieder, aus welchem man dann mit Schwefelsäure die Rechtstraubensäure darstellen kann. Ebenso stellt man sich die Linkstraubensäure aus den linken Krystallen dar. Die Traubensäure ist auf diese Weise in eine rechte und linke zerlegt. Daß die Säure in den sich wie Bild und Spiegelbild gleichenden Krystallen verschieden sei von der Traubensäure, davon kann man sich leicht durch chemische Reaction überzeugen: man löse einen linken oder rechten Krystall und behandle ihn mit der Lösung eines Kalksalzes, so bekommt man nach einiger Zeit isolirte glänzende Krystalle von linkstraubensaurem oder rechtstraubensaurem Kalke, je nachdem man Krystalle wählt. Löst man dagegen beide Krystallarten, die rechts= und die links=hemiedrischen, gemeinschaftlich auf, so ist der Niederschlag verschieden und hat die Kennzeichen des traubensauren Kalkes.

Neuerlich hat auch Pasteur (Pogg. Ann. 90. 504) den Weg gefunden, Weinsäure in Traubensäure umzuwandeln. Weinsaures Cinchonin wird langsam einer Temperatur von 170° C ausgesetzt, es bildet sich theilweis Traubensäure, die durch Chlorcalcium fixirt werden kann.

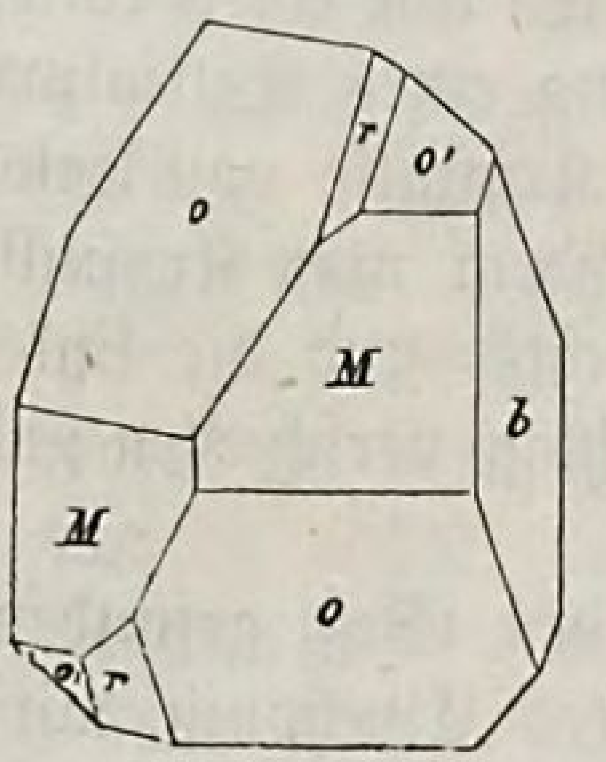
Das Links und Rechts der Säuren trägt sich auch auf die Krystalle der Salze über, wie das linkstraubensaure und weinsaure Ammoniak; das links= und rechtstraubensaure Antimonoxyd=Kali (Brechweinstein); der links= und rechtstraubensaure Kalk ꝛc. beweisen. Letztern den

Weinsauren Kalk $\dot{C}a\,\dot{T} + 4\,aq$ bekommt man sehr schön krystallisirt aus alten Weinfässern, wo glänzende Krystalle auf einer Kruste von Weinstein sitzen. Es sind ausgezeichnete 2gliedrige Dodekaide aus drei zugehörigen Paaren a : b : ∞c, b : c : ∞a, a : c : ∞b bestehend. Die zwei matten Paare schneiden sich als Oblongoktaeder genommen in ihren Seitenkanten unter 80° und 82°, man könnte sie daher für ein viergliedriges Oktaeder halten, woran das glänzende dritte Paar Rhomben bildet, und die Seitenecken abstumpft. Aber da dieses Paar sich unter 92° schneidet, so kann das System nicht viergliedrig sein. Nun sind aber die Dodekaidflächen keiner Hemiedrie fähig pag. 75, und da andere hemiedrische Flächen nicht vorkommen, so kann man den weinsauren Kalk (rechtstraubensauren) vom linkstraubensauren an den Krystallen nicht

unterscheiden. „Dennoch ist gewiß, daß der linkstraubensaure Kalk vom rechtstraubensauren verschieden ist, denn mit diesem gemischt bildet sich sogleich traubensaurer Kalk, der sich von beiden leicht und wohl unterscheiden läßt."

Seignettesalz, weinsaures Kalinatron = $\dot{K}\,\bar{T} + \dot{N}a\,\bar{T} + 8\,\dot{H}$, isomorph mit dem traubensauren und weinsauren Natron-Ammoniak, zeichnet sich durch die Größe und Klarheit seiner luftbeständigen Krystalle aus, ist daher von Optikern gesucht. Die Säule s/s mißt 100° 30′, ihre scharfe Kante wird durch P = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft, diese Abstumpfung herrscht meist auf einer Seite so vor, daß der Krystall dadurch wie halbirt erscheint. Nicht weniger herrscht die Geradendfläche T = c : ∞a : ∞b; M = a : ∞b : ∞c klein, aber zwischen M und s liegt noch eine zweite Säulenfläche a : 2b : ∞c. An den Enden sind zwischen P und T zwei Paare b : c : ∞a und b : 2c : ∞a, das Oktaeder o = a : b : c ist häufig hemiedrisch. Die optischen Axen liegen in der Ebene P, welche die scharfe Säulenkante abstumpft.

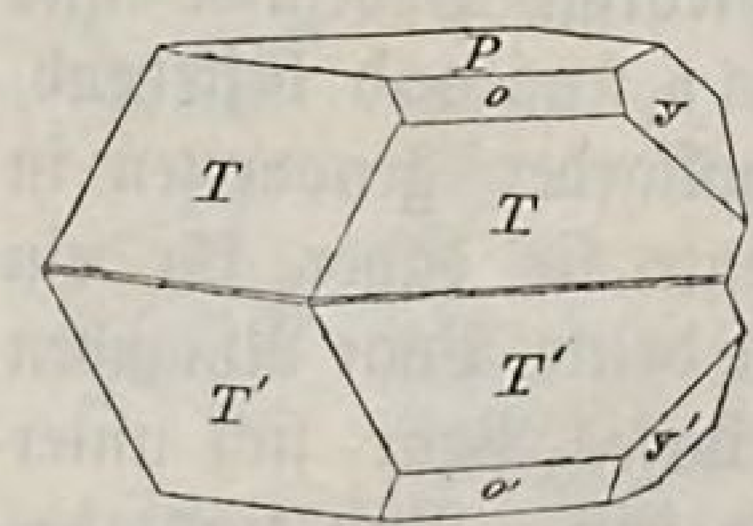
Weinstein (Tartarus), zweifach weinsaures Kali $\dot{K}\,\bar{T}^2\,\dot{H}$. Hier ist das 2gliedrige Tetraeder (Tetraid), öfter ganz vorherrschend, daher schlug Haidinger vor, es Tartaroid zu nennen.



Wir sahen pag. 31, daß die zwei Tetraide einer und derselben Oblongsäule mit Geradendfläche einander nicht congruent sein können, sondern sich wie Bild und Spiegelbild verhalten. Dr. Hankel (Pogg. Ann. 53. 620) hat die Krystalle beschrieben. Man erhält bei der Verdunstung einer nicht sehr concentrirten Lösung von käuflichem Weinstein an der Luft „leicht Krystalle, die mehr als einen Zoll in der Länge, und die Hälfte in der Breite" betragen: geschobene Säule M = a : b : ∞c 109°, a = a : ∞b : ∞c, und b = b : ∞a : ∞c, nebst einem Tetraid o = a : b : c mit 77° in Axe c. Auch das Gegentetraid o′ ist da, nebst dem Paare r = a : c : ∞b.

4. Grünspan $\dot{C}u\,\bar{A}\,\dot{H}$.

Essigsaures Kupferoxyd. Spangrün. 2 + 1gliedrige Krystalle:



Säule T = a : b : ∞c bildet nach Kopp vorn 72°, sie ist ziemlich deutlich blättrig. Schiefendfläche P = a : c : ∞b macht 63° gegen die Axe c, hinten die dreifach schärfere y = 3a′ : c : ∞b 56° gegen Axe c, endlich noch das Augitpaar o = a′ : c : $\frac{1}{2}$b, das mit Ty und PT Zonen bildet. Interessant sind die häufigen Zwillinge, welche die Schiefendfläche P gemein haben, und umgekehrt liegen; sie haben also die analoge Lage, wie die Individuen 1 und 3 oder 2 und 4 beim Feldspathvierling.

Wöhler Pogg. Ann. 37. 166 lehrte auch einen zweigliedrigen Grünspan $\dot{C}u\,\bar{A}\,\dot{H}^5$ kennen, er bildet 2gliedrige Dodekaide, die durch Wasserverlust in den gewöhnlichen Grünspan umstehen.

Essigsaures Natron $\dot{N}a\,\bar{A}\,\dot{H}^6$, was in den schönsten weingelben 2 + 1gliedrigen Säulen krystallisirt, die Säule T = a : b : ∞c macht vorn 84° 30′, ihre stumpfe Seitenkante wird durch M = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft. Am Ende herrscht die Schiefendfläche P = a : c : ∞b, 68° 16′ gegen Axe c; meist noch die vordere stumpfe Kante P/T durch m = ⅓a : ½b : c abgestumpft.

Bleizucker, Essigsaures Bleioxyd $\dot{P}b\,\bar{A}\,\dot{H}^3$ isomorph mit $\dot{B}a\,\bar{A}\,\dot{H}^3$. Ebenfalls 2 + 1gliedrig. Die Säule T = a : b : ∞c macht vorn 52°. Ihre scharfe Kante ist durch k = a : ∞b : ∞c gerade abgestumpft. Diese nebst der Schiefendfläche P = a : c : ∞b sind blättrig und stark ausgedehnt, wodurch die Krystalle ein gewendet 2 + 1gliedriges Aussehen haben. Die Blätterbrüche k/P schneiden sich unter 109° 48′. Ihre scharfe Kante stumpft die hintere Gegenfläche x = a′ : c : ∞b ab. Ueber essigsauren Baryt siehe Pogg. Ann. 90. 25.

5. Doppelsalze $\dot{M}e\,\dddot{S} + \dot{A}k\,\dddot{S} + 6\,\dot{H}$.

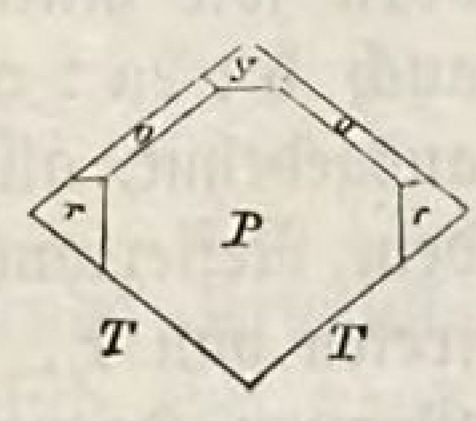
Worin $\dot{M}e$ die Metalloxyde Eisenoxydul, Manganoxydul, Zinkoxyd, Cadmiumoxyd, Kobaltoxydul, Nickeloxydul, Kupferoxyd, Magnesia; und $\dot{A}k$ Kali und Ammoniak bedeuten. Diese bilden unstreitig eine der merkwürdigsten Gruppen isomorpher Krystalle, und da sie so leicht krystallisirt zu bekommen sind, so liefern sie ein vortreffliches Uebungsbeispiel.

Nach Graham zerfallen die einbasischen Salze in Beziehung auf Wassergehalt in zwei Gruppen. Unter den schwefelsauren Salzen sind es die

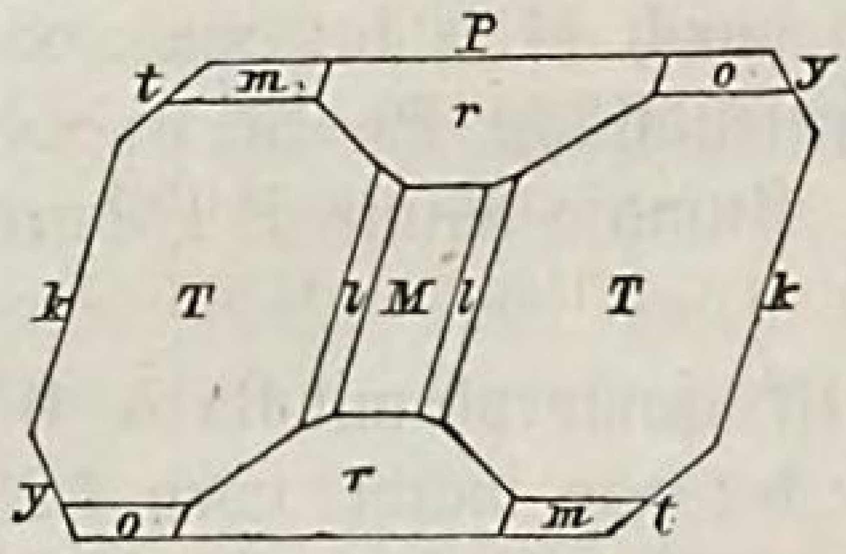
1) Gypsgruppe mit geraden Atomen Wassers, im Wasser wenig löslich und nicht geneigt zur Bildung von Doppelsalzen: $\dot{C}a\,\dddot{S} + 2\,\dot{H}$, $\dot{C}u\,\dddot{S} + 4\,\dot{H}$, $\dot{M}g\,\dddot{S} + 6\,\dot{H}$; und

2) die Eisenvitriolgruppe mit ungeraden Atomen Wassers, wie Eisen- und Kupfervitriol pag. 650. Alle sind im Wasser sehr löslich, und bilden mit schwefelsaurem Kali oder schwefelsaurem Ammoniak leicht Doppelsalze. Bei solchen Doppelsalzen vertritt das $\dot{K}\,\dddot{S}$ ein Atom Wasser, ohne daß dadurch die Form wesentlich verändert würde. Daher haben sie die 2 + 1gliedrige Form des Eisenvitriols mit 7 Atom Wasser. Die Winkel der verschiedenen Salze weichen zwar untereinander ab, der Typus ist aber bei allen unverkennbar: z. B. das schön grünfarbige

Schwefels. Nickeloxyd-Kali $\dot{K}\,\dddot{S} + \dot{N}i\,\dddot{S} + 6\,\dot{H}$. Eine etwas blättrige Säule T = a : b : ∞c hat vorn etwa 109°. Die herrschende Schiefendfläche P = a : c : ∞b macht die Krystalle nicht selten tafelartig, und dann pflegen sie parallel der Diagonale a : c gestreift zu sein. Ungefähr 73° gegen die Axe c geneigt. Die hintere Ecke

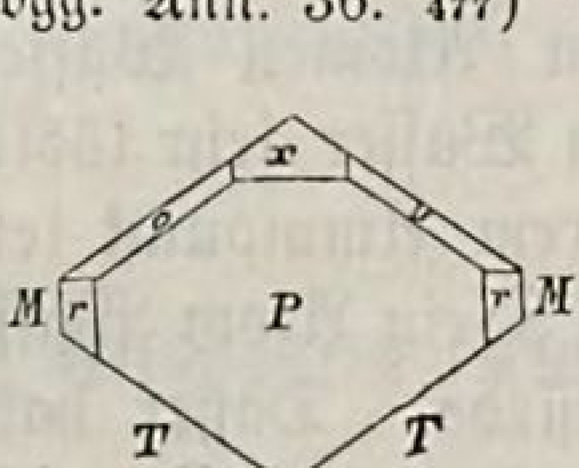


PTT ist durch ein kleines glänzendes Dreieck $y = a' : 3c : \infty b$ abgestumpft, woraus sich $o = a' : \frac{1}{2}b : c$ in Zone P/T und T/y ableitet. Fläche $r = a : \frac{1}{2}b : c$ liegt in der Diagonalzone von P. Schwefels. Kobaltoxydul-Ammoniak ist hochroth, schwefels. Kupferoxyd-Kali blau, schwefels. Manganoxyd-Ammoniak blaß rosenroth, schwefels. Zinkoxyd-Kali farblos. Besonders schön geräth meergrünes **schwefels. Eisenoxydul-Ammoniak**, woran sich die fast rechtwinklige P so ausdehnt, daß man sie für 4gliedrige Tafeln hält, allein man sieht in der Medianebene nur optisch-zweiaxige Ringe. Häufig ist auch $m = \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}b : c$ die vordere Kante P/T abstumpfend. Mit ihrer Hilfe lassen sich die Flächen leicht deduciren. Denn setzt man m = 111, und o = 1'11, so ist T 110, P 001, r 011, y 2'01, t 201, k 100, M 010, l 120; wir haben also Hexaid PMk, Oktaid om, Dodekaid Tr, Pyramidenhexaid ytl. Schwefels. Magnesia-Kali und schwefels. Magnesia-Ammoniak zeichnen sich durch ihre Farblosigkeit und Klarheit aus: bei jenen wird k 100 breit und läßt das vordere optische Axenbild sofort sehen; bei diesen ist dagegen gewöhnlich nur die linke scharfe Säulenkante durch M 010 gerade abgestumpft. Heusser (Pogg. Ann. 91. 506) hat es optisch untersucht. Alle diese Krystalle haben noch die vortreffliche Eigenschaft, daß man sie wie Minerale aufbewahren kann, ohne daß sie sich verändern. Ob Ammoniak oder Kali darin sei, macht äußerlich keinen wesentlichen Unterschied, vor dem Löthrohr auf Kohle mit Soda zusammen erhitzt erkennt man das Ammoniak leicht am Geruch.



6. Asparagin $C_8 N_2 H_{10} O_8$

wurde schon 1805 von Robiquet in jungen Spargeltrieben entdeckt (Pogg. Ann. 28. 184), dann in allen Kartoffelarten rc. gefunden. Die Nettigkeit seiner klaren luftbeständigen Krystalle fällt in hohem Grad auf. Miller (Pogg. Ann. 36. 477) hat sie zweigliedrig, Kopp (Einl. Kryst. 312) 2 + 1gliedrig beschrieben. Und allerdings ist auch ihr Habitus oft 2 + 1gliedrig, erinnert sogar auffallend an Feldspath. Säule $T = a : b : \infty c$ macht vorn 116° 50'; Schiefendfläche $P = a : c : \infty b$ 64° 29' gegen Axe c läßt sich von der hintern Gegenfläche $x = a' : c : \infty b$ 64° 46' gegen Axe c nicht unterscheiden. TTPx bilden nicht selten ausgezeichnete Oblongoktaeder. Dazu kommt noch, daß auch die Augitpaare $o = a' : c : \frac{1}{2}b$ und $r = a : c : \frac{1}{2}b$ vorn wie hinten erscheinen. $M = b : \infty a : \infty c$ gewöhnlich nur klein, auch $b : 2a : \infty c$ ist angedeutet. Nun ist zwar meist eine Schiefendfläche ausgedehnt, allein man weiß nicht, ohne vorherige genaue Messung mit dem Reflexionsgoniometer, ob die ausgedehnte P oder x sei. Das Auftreten von r, die dem Feldspath so fremd ist, erinnert an die vorige Gruppe, dagegen trifft man statt y dort hier stets x. Merkwürdig ist

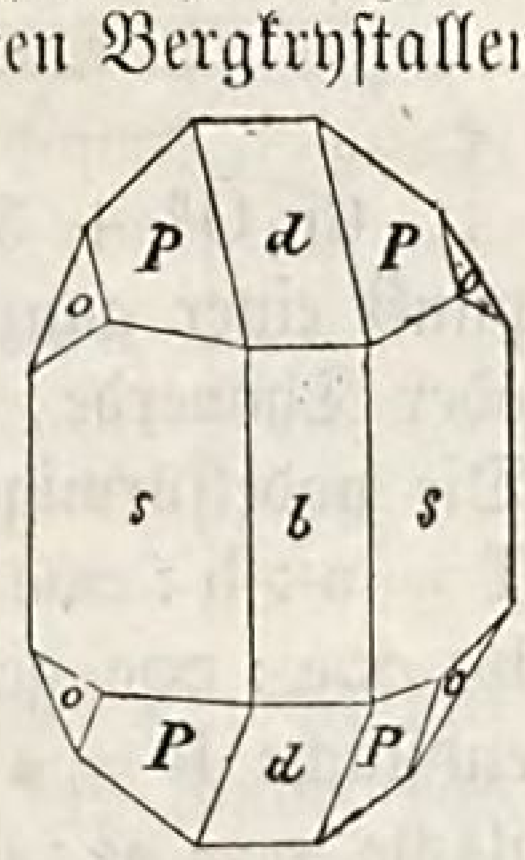


das einseitige Auftreten der Flächen r und o, an meinen Krystallen kommen nur die linken vor.

Für die äußerliche Orientirung ist es gleichgültig, ob man sich die Krystalle 2gliedrig oder 2 + 1gliedrig denken wolle. Selbst die Axenzeichen bleiben die gleichen, es fällt blos der Unterschied zwischen vorn und hinten weg. Solche Beispiele weisen aber auch evident genug, wie unzweckmäßig die Mohsische und Naumannsche Bezeichnung sein muß, wenn es auf einmal beliebt, von der Fläche P oder x eine zur Endfläche zu nehmen: so bequem es auch vielen Krystallographen beim ersten Anblick scheinen mag.

7. Unterschwefelsaures Natron $\dot{N}a\ \ddot{S}\ \dot{H}^2$.

Isomorph mit unterschwefelsaurem Silberoxyd. Schon Dr. Heeren hat sie untersucht und beschrieben (Pogg. Ann. 7. 76). Es sind zweigliedrige wasserhelle luftbeständige Krystalle, die den klarsten Bergkrystallen gleichkommen. Die blättrige geschobene Säule s = a : b : ∞c macht 90° 38′, gleicht daher einer quadratischen, aber nur der vordere stumpfe Winkel ist stets durch b = a : ∞b : ∞c gerade abgestumpft, auch sieht man wie beim Bittersalz quer durch jede Säulenfläche ein Bild der optischen Axen, daher ab Axenebene. Ein Paar d = a : c : ∞b auf die vordere stumpfe Säulenkante aufgesetzt macht 118° in Axe c. In ihrer Diagonalzone liegen zwei Oktaeder P = a : c : b und o = a : c : ½b. Die Endflächen sind zwar etwas verzogen, aber so constant vorhanden, daß über die Deutung des Systems, auch wenn man die Winkel nicht kennt, kein Zweifel herrschen kann.

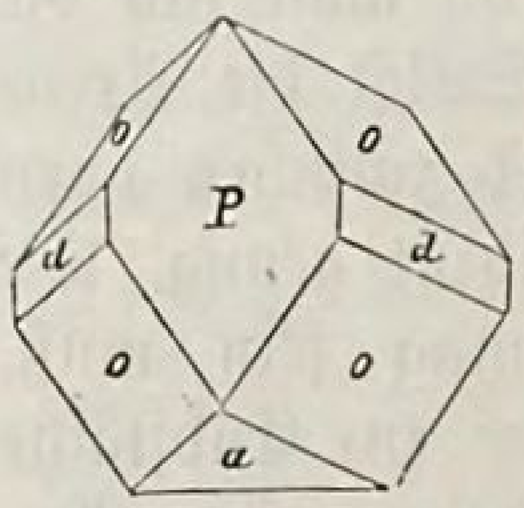


Das Unterschwefelsaure Silberoxyd hält sich an der Luft ebenfalls vollkommen, nur daß es am Lichte ein wenig grau anläuft. Es hat eine Fläche a = b : ∞a : ∞c mehr. Unterschwefelsaures Strontian $\dot{S}r\ \ddot{S}\ \dot{H}^4$ ist isomorph mit unterschwefelsaurem Kalk. Heeren bekam es in 6gliedrigen Tafeln: ein Dihexaeder a : a : ∞a : c hatte in den Seitenkanten etwa 120°, die Endecke durch c : ∞a : ∞a : ∞a stark abgestumpft. Es werden außerdem noch eine Reihe anderer unterschwefelsaurer Salze beschrieben, die meist aus heißen Lösungen in einem Glaskolben dargestellt wurden, welcher leicht verkorkt in einem Kasten mit Baumwolle umhüllt schon nach 12 Stunden die schönsten Krystalle gab (Pogg. Ann. 7. 71). Unterschwefelsaures Bleioxyd $PS_2O_6 + 4aq$ ist rhomboedrisch und circularpolar, Brezina Sitzb. Wien. Akad. 1871 Bd. 64.

8. Salpetersaures Uranoxyd $\ddot{U}\ \ddot{\ddot{N}}\ \dot{H}^6$

gibt prachtvolle gelbe an den Kanten ins Grüne schillernde Krystalle. An der Luft überziehen sie sich mit gelbem Ocker, halten sich aber dann.

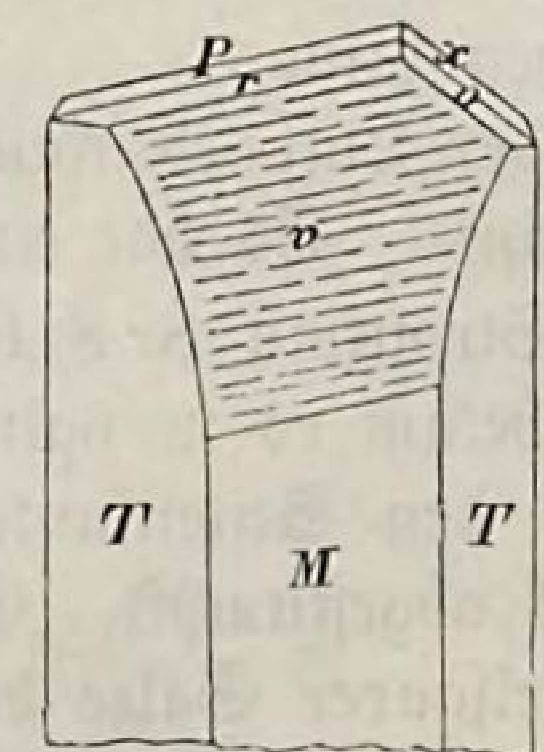
Es sind ausgezeichnete 2gliedrige Dodekaide mit einem Paar abgestumpfter Kanten, doch halbiren sie sich in der Regel mittelst der Ansatzfläche,



welche dem blättrigen Bruche $P = b : \infty a : \infty c$ parallel geht. Senkrecht dagegen steht $a = a : \infty b : \infty c$. Das Oktaeder $o = a : b : c$ bildet Rhomben, deren Kante $b : c$ durch $d = b : c : \infty a$ abgestumpft wird, d/d macht über P in Axe b $62\frac{1}{2}{}^0$, welchen man leicht mit dem Handgoniometer controliren kann. Es ist natürlich in solchen Fällen gleichgültig, welche Axe man als aufrechte c nehmen will. Ich bin Kopp in voriger Bezeichnung gefolgt. Man könnte füglich auch in diesem Falle von der Säule $d = a : b : \infty c$ ausgehen, dann wäre $P = b : \infty a : \infty c$, da sie die scharfe Säulenkante d/d abstumpft. Fläche $a = c : \infty a : \infty b$ würde zur Geradendfläche, und o behielte ihren Ausdruck.

9. Oxalsaures Chromoxydkali.

$\ddot{\bar{G}}r\ \dot{\bar{O}}^3 + 3\ \dot{K}\ \dot{\bar{O}} + 6\ \dot{H}$. Dieses Doppelsalz bildet den Ausgangspunkt einer ganzen Reihe, worin die Base Chromoxyd durch Eisenoxyd oder Thonerde, und das Kali durch Ammoniak vertreten werden kann. Die nadelförmigen Krystalle sind 2 + 1gliedrig. Eine geschobene Säule $T = a : b : \infty c$ macht vorn 70^0, ihre stumpfe Kante ist durch $M = b : \infty a : \infty c$ gerade abgestumpft. Am vordern Ende herrscht die Schiefendfläche $P = a : c : \infty b$ 70^0 gegen Axe c geneigt. Die hintere Gegenfläche $x = a' : c : \infty b$ macht einen kleinern Winkel. Augitpaare $o = a' : c : \frac{1}{2}b$ und $r = a : c : \frac{1}{2}b$ kommen zwar vorn und hinten vor, allein meist nur einseitig. Die allereigenthümlichsten Flächen



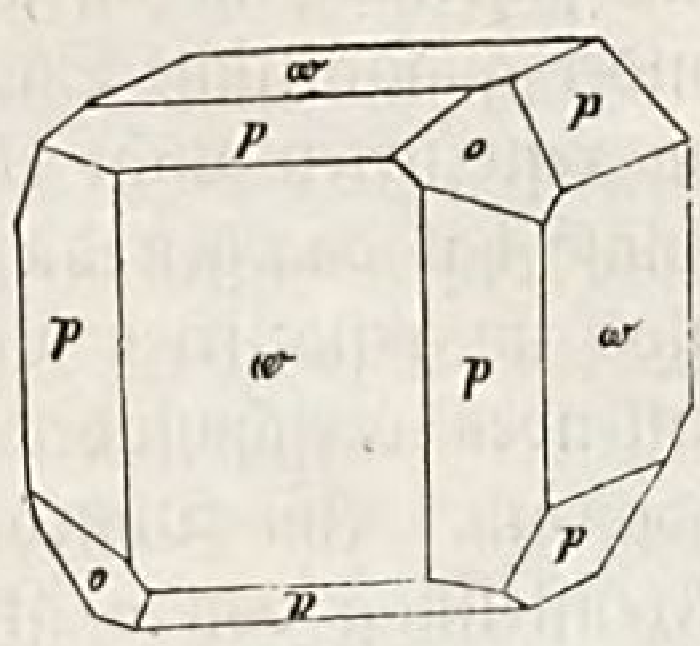
bilden jedoch die bauchigen Paare $v = a : c : \frac{1}{x}b$, wo x eine sehr große Zahl ist. Dieselbe verschwimmt so gleichartig mit M, daß man ihr kaum einen festen Ausdruck wird geben dürfen. Für die Orientirung ist sie außerordentlich wichtig und macht, daß die Krystalle an ihrem Oberende schneidig und dünn werden. Das liefert wieder für ihr interessantes optisches Verhalten eine willkommene Bequemlichkeit (Pogg. Ann. 76. 107).

Die Krystalle sehen nämlich im reflectirten Lichte ganz dunkel schwarzgrün aus und haben wenig Durchscheinenheit; auch das Pulver bleibt Berggrün. Im durchfallenden Licht nehmen sie dagegen ein brennendes Lasurblau an, wie die schönste Kupferlasur. Bei der geringen Durchscheinenheit sieht man den Farbenwechsel jedoch nur an den Kanten, und besonders quer durch das Augitpaar v, weil an dieser Stelle die Krystalle am dünnsten sind. Im Dichroskop bekommt man ein blaues und grünes Bild: rein blau ist dasjenige, was parallel der Axe c schwingt, also

bei aufrechter Axe c das extraordinäre, bei horizontaler das ordinäre; das grüne schwingt senkrecht gegen Axe c, es spielt stark in das Smaragdgrün besonders an der untern Kante, dazwischen liegen rothe Streifen und Flecken, welche bei kleinen Drehungen lebhafter hervortreten. Und dieser Gegensatz der farbigen Bilder schwindet gänzlich in der Zwischenstellung, d. h. sobald die Axe c 45° gegen die längere Linie des Lichtoblongums macht pag. 141. Beide Bilder sind dann rein blau, nur etwas blasser als das Blau der differenten Bilder.

10. Chlorsaures Natron.

$\dot{Na}\,\overset{\cdots}{Cl}$ isomorph mit $\dot{Na}\,\ddot{Br}$. Mitscherlich (Pogg. Ann. 17. 388) bekam sie in Tetraedern, deren Kanten durch die Würfelflächen abgestumpft, und deren Ecken durch die Granatoederflächen je dreiflächig zugeschärft waren. Würfel und Granatoeder müssen ja bei allen hemiedrischen Systemen vollflächig auftreten. Rammelsberg pag. 78 fand **Würfel** w, woran die abwechselnden Ecken durch das Tetraeder o abgestumpft waren, und neben diesem Tetraeder zeigten sich noch einseitige Abstumpfungsflächen der Würfelkanten durch eine Fläche, die gegen die anliegenden Würfelflächen sich unter 116° 20′ und 153° 20′ neigte. Da nun das Pyritoeder p = 2a : a : ∞a mit den Würfelflächen 116° 34′ und 153° 26′ machen muß, so konnte das keine andere Fläche sein. Zwar kam in den schief abgestumpften Würfelkanten noch eine zweite Fläche zuweilen vor, allein diese neigte sich 135° gegen w, mußte also dem Granatoeder angehören. Rammelsberg fährt nun fort:



„Die Beobachtung des Pentagondodecaëders an einer künstlichen „Verbindung ist zwar an sich nicht neu (pag. 634), aber deswegen be„sonders interessant, weil diese Form hier in Combination mit dem Te„traeder vorkommt, während man bisher niemals eine geneigtflächige (te„traedrische) und eine parallelflächige (pyritoedrische) Form zusammen„gefunden hat.“ Durch Anschneiden der Würfel und Beschmutzen mit den Fingern kann man die hemiedrischen Flächen beliebig herbeiführen (Pogg. Ann. 95. 465; 113. 498).

Chlorsaures Kali $\dot{K}\,\overset{\cdots}{Cl}$, welches in der Technik vielfach verwendet fabrikmäßig dargestellt wird, sollte isomorph mit chlorsaurem Natron sein. Allein seine luftbeständigen Tafeln gehören dem 2 + 1gliedrigen Systeme an, haben jedoch mit Rhomboedern so auffallende Aehnlichkeit, daß sie einen vortrefflichen Beweis liefern, wie nahe überhaupt beide Systeme einander werden können. Nach Miller (Pogg. Ann. 55. 631) bilden die niedrigen Hendyoeder eine geschobene Säule T = a : b : ∞c von 104° in der vordern Säulenkante, und die Schiefendfläche P = a : c : ∞b macht 105° 30′ in der vordern Kante P/T, so daß sie von

der Säulenkante nur 1° 30′ abweichen, was das bloße Auge nicht unterscheidet. Dazu kommt noch, daß alle drei Flächen blättrig sind. Kopp erwähnt auch Zwillinge, welche P gemein haben und umgekehrt liegen, selbst dieses ist dem Rhomboedrischen Zwillingsgesetz analog. Indeß bemerkt doch schon das bloße Auge Unterschiede: nicht nur sind die Säulenflächen häufig klein und die P tafelartig ausgedehnt, sondern P hat auch parallel den Hendyoederkanten eine federartige Streifung, welche man auf T vergeblich sucht.

11. Magnesium-Platin-Cyanür.

$Mg\ Pt\ Cy^2\ \dot{H}^3$. Dies ist das prachtvoll grünschillernde rothe Salz, was zu dichroscopischen Untersuchungen sich vor allem trefflich eignet (Haidinger Pogg. Ann. 68. 302). Dasselbe ist luftbeständig, und verändert sich jahrelang in offenen Kapseln aufbewahrt nicht. Die Krystallisation bildet quadratische Säulen mit Geradendfläche. Die Säulenflächen zeigen im reflectirten Licht einen grünen metallischen Schimmer, die Geradendfläche hat dagegen diesen Schiller nicht, sondern ihre rothe Farbe nimmt blos im reflectirten Lichte einen starken Stich in's Blau an, im durchfallenden verschwindet der Schiller und das Blau gänzlich, die Farbe ist hochroth. Im Dichroscop bekommt man bei aufrechter oder horizontaler Axenstellung von c stets ein schillerndes Bild: das schillernde schwingt parallel der Axe c, das nicht schillernde senkrecht darauf. Schief gegen die Endfläche des schillernden Bildes gesehen nimmt dieselbe eine prachtvolle Schattirung von Blau an. Nur wenn ich senkrecht gegen die Geradendfläche sehe, sind beide Bilder gleich. Es bilden diese Salze die schönsten Beispiele für physikalische Flächendifferenz. Grailich (Krystall. opt. Unters. pag. 99–126) hat eine ganze Reihe hierher gehöriger Salze zusammengestellt.

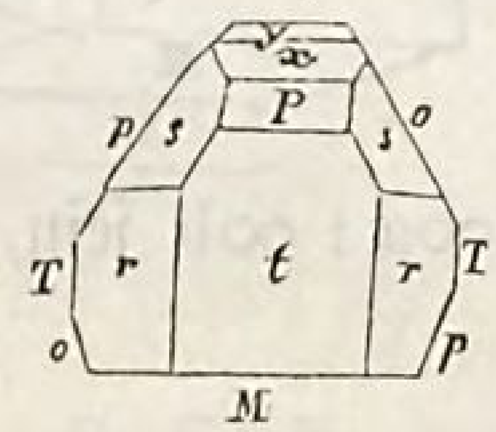
Kalium-Platin-Cyanür $K\ Pt\ Cy^2\ \dot{H}^3$ ist gelb durchsichtig, schillert aber im reflectirten Licht blau. Die Säulen mit Geradendfläche werden auch quadratisch beschrieben (Pogg. Ann. 71. 324), nach Gmelin zweigliedrig.

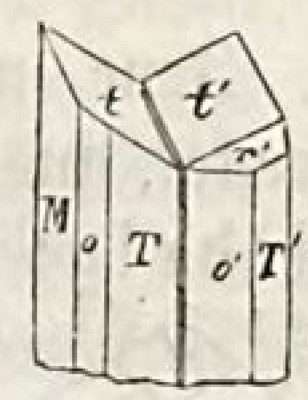
Baryum-Platin-Cyanür $Ba\ Pt\ Cy^2\ \dot{H}^3$ bildet prachtvolle goldgelbe Krystalle mit einem bläulichen Schiller im reflectirten Lichte. Scheint 2 + 1gliedrig zu sein (Schabus, Sitzungsb. Wiener Akad. 1850. Mai 569). Strontiumplatincyanür $Sr\ Pt\ Cy^2\ \dot{H}^3$ und Calciumplatincyanür $Ca\ Pt\ Cy^2\ \dot{H}^3$ sind wieder 2gliedrig.

12. Doppelchromsaures Kali $\dot{K}\ \ddot{C}r^2$.

Jenes prachtvolle morgenrothe Salz, was farblos im Natronlicht erscheint, und fabrikmäßig aus dem Chromeisenstein dargestellt wird, gibt die Quelle aller übrigen Chromverbindungen ab. System 1gliedrig, aber von ganz besonderem Interesse wegen seiner Verwandtschaft mit Cyanitkrystallisation. Meist Zwillinge, und zwar nach dem dritten

Cyanitzwillingsgesetz pag. 350: sie haben nämlich trotz der Eingliedrigkeit alle Flächen der Säule M T o gemein, nur ihre Enden liegen umgekehrt. Man kommt zu dieser Stellung, wenn man das eine Individuum 180° gegen das andere um die Kante M/T dreht. Der 1ste Blätterbruch M läßt sich leicht an seinem Perlmutterglanz erkennen, nach ihm werden die Krystalle tafelartig, und sein ebener Winkel fast ein Rechter. Der 2te Blätterbruch T schneidet ihn unter 98° = M/T. Der 3te Blätterbruch P gibt sich zwar nicht immer durch eine Krystallfläche zu erkennen, allein man kann auch nach ihm die Krystalle leicht zerbrechen, zumal da er den kürzesten Dimensionen der Individuen zu folgen pflegt: P/M = 84°, P/T = 91½. Der scharfe Säulenwinkel M/T wird durch o abgestumpft, und zwar macht o/M 114½°, folglich o/T 149½°. Ausnahmsweise wird auch die stumpfe Säulenkante M/T durch p abgestumpft. Am Ende herrscht meist die Fläche t mit 67° gegen den hintern Blätterbruch M, sie stumpft die scharfe Kante der Blätterbrüche P/M ab, während die stumpfe hinten durch zweierlei Fläche x und y abgestumpft wird, was die Zwillinge leicht erkennen läßt. In der Diagonalzone von t findet sich links und rechts r, in der ersten Kantenzone hinten dagegen s. Würde man o = a : b′ : ∞c, und p = a : b : ∞c, ferner t = a : c : ∞b, P = a′ : c : ∞b setzen, so ist M = a : ∞b : ∞c, T = b : ∞a : ∞c, r = a : ½b : c, s = a′ : c : ½b. Häufig findet man die Flächen r. Eine der optischen Axen durch den blättrigen Bruch sichtbar macht mit Kante M/T einen scharfen Winkel. Conische Refraction.





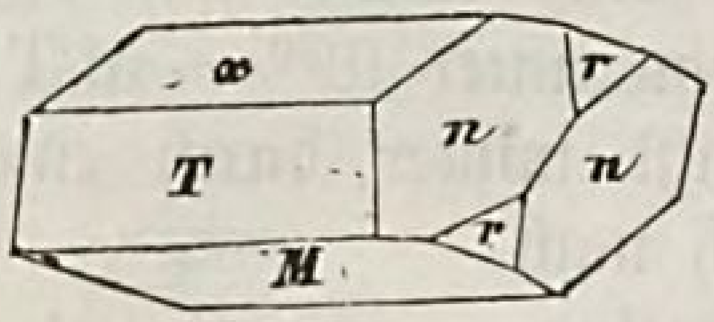
Einfaches Chromsaures Kali $\dot{K}\,\ddot{C}r$ pag. 639 ist das schöne schwefelgelbe Salz, was nach Mitscherlich mit $\dot{K}\,\dddot{S}$, $\dot{K}\,\dddot{S}e$ und schwefelsaurem Ammoniak isomorph ist (Pogg. Ann. 18. 168). Es bildet lange rhombische Säulen a : b : ∞c von 120° 41′, worauf das 2gliedrige Oktaeder a : b : c aufgesetzt ist. Mit besonderer Zierlichkeit zeigt sich vorn ein kleiner matter Rhombus, welcher wechselsweise mit Säule und Oktaeder in Zonen fällt, daher den Ausdruck ½a : c : ∞b hat.

13. Oxalsäure $\dddot{C}\,\dot{H}^3$.

Gewendet 2 + 1gliedrig, wie Epidot pag. 340. Die Krystalle verwittern zwar an freier Luft etwas, zerfallen aber nicht, und da man sie leicht von außerordentlicher Schönheit bekommt, so sind sie ein willkommenes Beispiel für jenes von Weiß so glücklich gelöste verwickelte Krystallsystem. Gewöhnlich bilden sie lange rhomboidische Säulen M/T von etwa 102°, deren scharfe Kante durch x ungefähr gerade abgestumpft wird. T ist deutlich blättrig, und nach M werden die Krystalle oft tafelartig, diese ist in vielen Fällen auch nicht rein ausgebildet. Am Ende herrscht ein Augitpaar n/n von 117° in der Kante, es ist ziemlich blättrig,

aber wird schief auf sämmtliche Säulenflächen aufgesetzt. Wesentlich für die Orientirung ist öfter noch ein kleines Flächenpaar r, welches die n in Rhomben verwandelt, woraus folgt, daß n n r r T x ein Dodekaid bilden. Nimmt man schiefe Axen, so kann man dann schreiben:

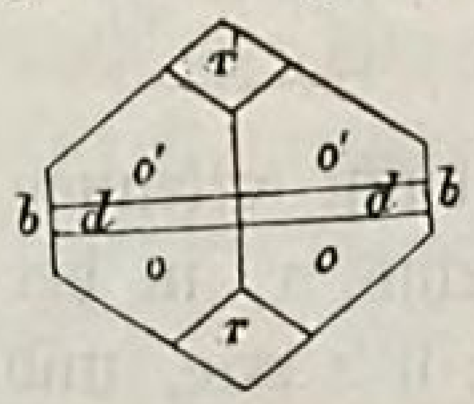
n = a : b : ∞c vorn mit scharfer Säule von 63°. Dazu bildet die



blättrige T = a : b : ∞c die Schiefendfläche, die häufig verschwindende x = a' : c : ∞b die hintere Gegenfläche, r = b : c : ∞a ein Paar auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzt. Da nun ferner M in Zone T/x und r/r liegt, so muß M = c : ∞a : ∞b sein, obwohl man die Zone r/r selten gut beobachten kann.

14. Taurin $C^4 H^7 N O^6 S^2$.

Jene merkwürdigen klaren luftbeständigen Krystalle, welche Prof. Strecker aus Ochsengalle darstellte, erscheinen beim ersten Anblick zweigliedrig: Oktaeder o = a : b : c, scheinbar gerade auf die Säule p =



a : b : ∞c 111° 28′ aufgesetzt; b = b : ∞a : ∞c stumpft die scharfe Säulenkante gerade ab; darüber d = b : c : ∞a; vorn und hinten ein schöner Rhombus r = a : c : ∞b. Bricht man jedoch kleine Säulen entzwei, so bekommt man parallel der hintern r′ einen deutlich blättrigen Bruch als Schiefendfläche, das System kann nicht 2gliedrig, sondern muß **zweiundeingliedrig** sein. Damit stimmt auch die Polarisation: man sieht durch b zwei optische Axen, deren Ebene etwa 45° gegen c geneigt ungefähr senkrecht auf dem Blätterbruch steht, + b ist optische Mittellinie. Hr. Descloizeaux fand $\varrho < v$, 2E = 113°. Was die physikalische Betrachtung lehrt, bestätigten auch die Messungen von Kopp (Kryst. 312).

Dritte Klasse.

Gediegene Metalle.

Man stelle zu dieser nicht eben umfangreichen Klasse alle Stoffe, die sich in der Natur frei, d. h. chemisch unverbunden, vorfinden. Es hat das immerhin ein besonderes Interesse, wenn gleich eigentlich dahin nur die Metalle gehören, die sich durch hohes Gewicht, Metallfarbe und Metallglanz auszeichnen. Stein schmilzt, legt aber bei dem Erkalten seine alten Eigenschaften ab (Agricola nat. foss. 575), Metalle behalten sie dagegen bei. Letztere zerfallen in

edle und unedle.

Edle Metalle, Gold, Silber, Platin, Quecksilber rosten nicht, weil sie nur ungern chemische Verbindungen eingehen, oder wenn sie solche eingegangen sind, sich leicht wieder scheiden lassen: ihre Oxyde reduciren sich im bloßen Feuer. Sie besitzen dabei einen hohen Grad von Dehnbarkeit.

Unedle Metalle, welche nur im Feuer mit Kohle reducirt werden, gehen zwar leicht Verbindungen ein, sind sie aber einmal isolirt, so leisten sie den atmosphärischen Einflüssen Widerstand. Einige derselben, wie Kupfer, Eisen, Blei, Zinn (Cadmium, Nickel, Kobalt, Zink, Aluminium), sind noch geschmeidig und dehnbar; andere, wie Antimon, Arsenik, Tellur, Wismuth, spröde, aber leicht schmelz- und verdampfbar.

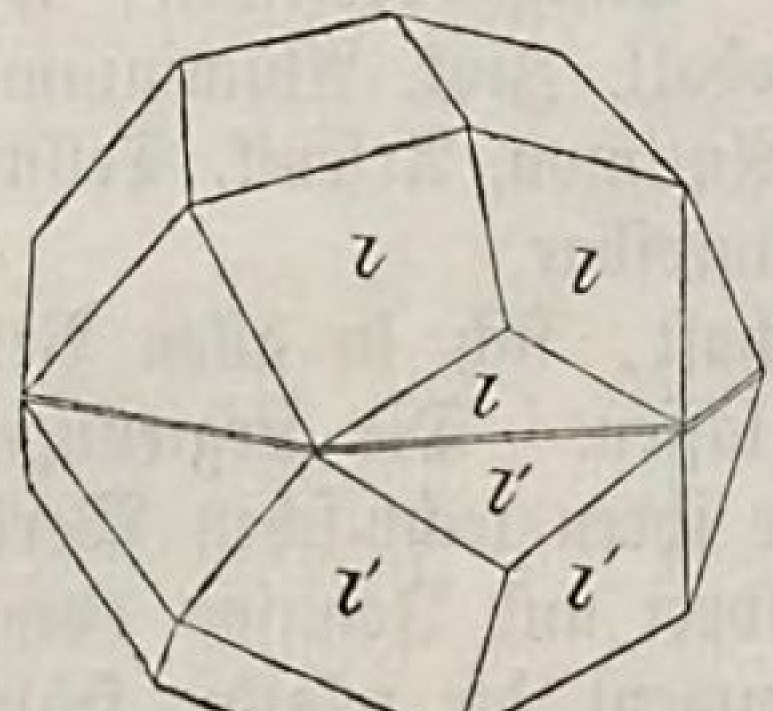
Metalle haben die bemerkenswerthe Eigenschaft, sich in allen Verhältnissen mit einander mischen (legiren) zu lassen. Die Legirungen nehmen auffallend andere Eigenschaften an, die ihren technischen Werth erhöhen. Namentlich werden sie härter. Carlvert und Johnson (Pogg. Ann. 108. 575) haben durch ein besonderes Instrument die relative Härte genauer festzustellen gesucht, und fanden die Reihe: Stahl, Stabeisen, Platin, Kupfer, Aluminium, Silber, Zink, Gold, Cadmium, Wismuth, Zinn, Blei.

Regulär: Gold, Silber, Quecksilber, Platin, Iridium, Palladium, Kupfer, Blei, Cadmium, Zink, Eisen; **rhomboedrisch:** Wismuth, Antimon, Arsenik, Tellur, Osmium, auch das dimorphe Palladium, Iridium und Zink (Pogg. Ann. 107. 450, 120. 54; Weiß, Sitzungsb. Kais. Akad. Wiss. 1860. XXXIX. 859).

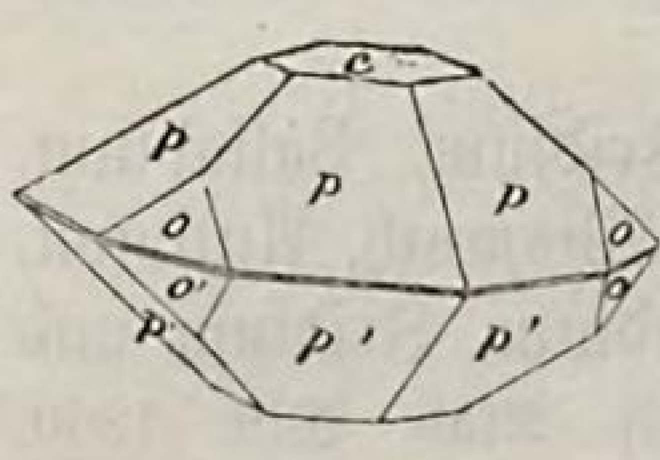
1. Gold.

Der König der Metalle, und den ältesten Völkern bekannt. Das hebräische Sahab (vom Sonnenlicht beschienen) und *Aurum* erinnern an Or (Licht), weil seine Farbe und Glanz mit der Sonne (☉) verglichen ward, dem alten alchemistischen Zeichen. Nach der Edda sind die Menschen zuerst in Hader gerathen, als sie Gullweig (Goldmaterie) gruben, und in der hohen Halle brannten. Schon Rebecca (1 Moses 24, 22) trägt goldne Armringe. Goldne Münzen reichen bis ins 7te Jahrhundert a. Chr. hinauf.

Reguläres Krystallsystem (G. Rose, Pogg. Ann. 23. 166), wie Silber und Kupfer, aber die Formen meist nicht recht scharfkantig. Oktaeder o, Würfel h, Granatoeder d kommen gut ausgebildet vor. Californische Oktaeder erreichen 10 Linien Durchmesser (Sillimann Amer. Journ. 2. ser. X. 102). Hauy's Cristaux triformes von Matto Grosso zeigen alle drei Körper im Gleichgewicht, ob sie gleich auch nach einer Würfelfläche tafelartig werden. G. Rose führt aus dem Waschgolde vom Ural selbstständige Pyramidenwürfel $a : \frac{1}{2}a : \infty a$ an; Dufrénoy von der Provinz Goyaz in Brasilien, wo auch das Leucitoeder $a : a : \frac{1}{2}a$ vorkommen soll, gewöhnlicher ist aber das Leucitoid $a : a : \frac{1}{3}a$. Ja an einem uralischen Krystalle finden sich am Oktaeder neben untergeordneter Granatoeder- und Würfelfläche das Leucitoid $a : a : \frac{1}{3}a$ und zwei 48flächner, wovon einer $a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{4}a$ gut meßbar war; der andere vielleicht $3a : \frac{1}{5}a : \frac{1}{3}a$ sein könnte. Am bekanntesten in Deutschland sind die kleinen blaßfarbigen rauhflächigen Krystalle von Vöröspatak in Siebenbürgen, meist Oktaeder mit Würfel, woran aber auch der Pyramidenwürfel und das Leucitoid nicht fehlen. Besonders schön trifft man in dieser Gegend



Zwillinge, sie haben wie immer die Oktaederfläche gemein, und liegen umgekehrt: schön am selbstständigen Leucitoide $l = a : a : \frac{1}{3}a$ von Vöröspatak, deren Zwillingsgränze oft sehr regelmäßig durch die Mitte des Individuums geht. Beim Pyramidenwürfel $p = a : \frac{1}{2}a : \infty a$, dessen sämmtliche Kanten 143° 8′ messen (pag. 69), kann sich die Zwillingsgruppe so verkürzen, daß ein förmliches Dihexaeder entsteht, und da die Zwillingsgränze sich bis zur Unkenntlichkeit verwischt, entsteht leicht Täuschung. Gewöhnlich tritt das Oktaeder untergeordnet hinzu, und gibt



man dem Pyramidenwürfel das Zeichen $p = a : a : \infty a : c$, so bildet die Oktaederfläche der Zwillingsgränze die Geradendfläche $c = c : \infty a : \infty a : \infty a$, während die drei andern einem Rhomboederzwilling $o = \frac{1}{2}a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{2}a : c$ angehören würden, wie die Projection pag. 88 sogleich ergibt. Zu Boitza

ist sogar ein Fünfling vorgekommen, indem sich 5 Oktaeder wie beim Binarkies mit ihrem scharfen Säulenwinkel von 70° 32′ im Kreise an einander legten, sämmtliche Individuen hatten daher in der Geradendfläche eine Granatoederfläche gemein, nur zwischen dem ersten und fünften Individuum mußte eine Lücke von 7° 20′ bleiben, die sich ausfüllte.

Diese Herrlichkeiten findet man freilich nur in großen Sammlungen, aber schon das Wissen um das Gesetz erfreut, und wir würden es vielleicht nicht kennen, wenn nicht der Werth des Goldes auch auf das Suchen solcher Dinge seine Macht ausgeübt hätte. Gewöhnlich kommt dies edle Metall in Blechen, in draht- und zahnförmigen, seltener in dendritischen Gestalten vor. Ja im Sande wird es meist in Körnern und Flittern gefunden.

Goldgelb, in dünnen Lamellen aber grün durchscheinend (Newton), wie das ächte Blattgold zeigt; auch geschmolzen hat es einen grünlichen Lichtschein. Das Ungarische Gold ist messinggelb, und je mehr es in der Natur Silber enthält, desto bleicher wird seine Farbe. „Berggold" pflegt lichter zu sein als „Waschgold". Das sogenannte „schwarze Gold" von Ostsibirien (Jahrb. 1876. 636) soll blos eine dunkele allerdings auffällige Rinde haben.

Härte 2—3, geschmeidig, mit glänzendem Strich und größter Dehnbarkeit. Ein Dukaten kann zu 20 Quadratfuß ausgeschlagen, feines Blattgold auf $\frac{1}{300000}$ Zoll Dicke gebracht werden, so daß $7\frac{1}{2}$ Blatt erst der Wellenlänge des rothen Lichtes gleichkommen (Faraday, Pogg. Ann. 101. 317). Auf vergoldetem Silberdraht bringt man es bis auf ein zwölfmilliontel Zoll! Ja schneiden wir eine vergoldete Silbermünze durch, so scheint sie auch auf der Schnittfläche vergoldet, indem selbst das schärfste Messer eine Goldhaut darüber zieht. An vergoldetem Silberdraht ist mit 1000facher Vergrößerung noch ein Fünfundzwanzigtausendmillionentel Gran erkennbar.

Das Gewicht wechselt in der Natur je nach dem Grade der Reinheit zwischen 12—19. G. Rose (Pogg. Ann. 73. 6) fand das geschmolzene Gold 19,28, das gestempelte 19,33.

Vor dem Löthrohr läßt sich das natürliche Gold nicht sonderlich schwer zu einer Kugel schmelzen, obgleich das reine Gold erst bei 1200° C. fließt. Dasselbe ist in Chlorgas oder Salpetersalzsäure (Königswasser) löslich, indem sich Goldchlorid bildet, was Nägel und Haut purpurroth färbt; aber schon am Lichte scheidet sich wieder metallisches Gold aus, namentlich entzieht ihm auch Eisenvitriol das Chlor, es werden

$$6\,\dot{F}e\,\dddot{S} + Au\,Gl^3 + \dot{H}^3 = 3\,\ddot{F}e\,\dddot{S} + 3\,H\,Gl + 3\,\dddot{S} + Au,$$

indem die drei Oxygen des Wassers die 6 $\dot{F}e$ zu 3 $\ddot{F}e$ machen. Gold färbt das Glas purpurroth. Verdünnte Kupferchloridlösung erzeugt auf Gold keinen Fleck.

Das natürliche Gold ist durch Silber in allen Verhältnissen verunedelt, es wird dadurch lichter, leichter und härter (Pogg. Ann. 23. 161), unbedeutend ist der Gehalt an Kupfer und Eisen; Australisches und Cali-

fornisches enthält Iridium, daher wies letzteres die Bank von England zurück (Ann. min. 1854. VI. 518). Das Gold aus dem Goldsande von Schabrowskoi bei Katharinenburg hielt 98,96 Au, 0,16 Ag, 0,35 Cu, 0,05 Fe. Gewöhnlich beträgt aber das Kupfer bei den Uralischen viel weniger bis 0,02 p. C. Boussingault fand 98 Au, 2 Ag von Bucaramanga in Südamerika; Kerl 95,48 Au, 3,59 Ag im Australischen; Oswald 93 Au, 6,7 Ag im besten Californischen Golde. Hr. Bergrath Xeller (Frage der intern. Münzeinigung 1869 pag. 34) nimmt durchschnittlich auf 1 p. C. Silber in Australien 33 Au, im Afrikanischen Goldstaube 20 Au, in Sibirien 10 Au, in Californien 8 Au an. Aber von diesem Minimum im Feingoldgehalt scheinen nun noch alle möglichen Abstufungen vorzukommen: schon Klaproth (Beiträge IV. 1) nannte eine

Electrum mit 64 Au und 36 Ag, es bricht auf Silbergängen bei Schlangenberg am Altai, und ist viel blasser, als das goldreichere Metall. Plinius 33. 23 sagt ausdrücklich: omni auro inest argentum vario pondere. Ubicunque quinta argenti portio est, electrum vocatur. Herodot I. 50 heißt es λευκὸς χρυσὸς weißes Gold. Im Golde von Vöröspatak fand G. Rose sogar 38,74 Ag. Das schließt sich dann an das Güldische Silber von Kongsberg an. Schon mit 40 p. C. Silber legirt sieht die Mischung weiß aus. Es fand sich im Alterthum vorzüglich in Gallicien.

Den Silbergehalt des Goldes kann man vor dem Löthrohr mittelst Phosphorsalz prüfen: die Glasperle opalisirt unter der Abkühlung in Folge von aufgenommenem Silberoxyd. Beträgt das Silber nicht über 15 p. C., so löst sich aus Blechen mittelst Salpetersalzsäure das Gold; ist jedoch mehr Silber, so umhüllt das entstehende Chlorsilber die Goldtheile, und bewahrt sie vor Lösung. Steigt dagegen das Silber auf 80 p. C., so zieht reine Salpetersäure es vollkommen heraus, das Gold bleibt metallisch zurück. Legirungen von 15—80 p. C. Silber können mit 3 Theilen reinem Blei (geglühtem essigsaurem Blei) zusammengeschmolzen und dann mit Salpetersäure behandelt werden. Die Praktiker bedienen sich des Probiersteins pag. 251. Sie haben bekannte Legirungen von Silber und Gold (goldene Probiernadeln), machen auf den Stein einen Strich, und können schon aus der Färbung auf den Goldgehalt schließen. Tröpfelt man dann Salpetersäure darauf, so löst diese das Silber, und läßt das Gold zurück. Gold hat so wenig Verwandtschaft zum Sauerstoff, daß man es im Knallgebläse, mit Brenngläsern 2c. verdampfen, und im Dampfe Silber vergolden kann.

Die Goldmacherkunst (Alchemie) wird seit alter Zeit vergeblich getrieben. Im Mittelalter trachtete man hauptsächlich nach dem Stein der Weisen, dem großen Elixir oder Magisterium (Meisterstück), das die Eigenschaft hatte, schmelzendes Metall in Gold zu verwandeln (Kopp, Geschichte der Chemie). Noch im Jahre 1597 wurde der Alchymist Honauer in Schwaben gehängt.

Verbreitung des Goldes ist außerordentlich groß. So enthalten

z. B. die Erze des Rammelsberges bei Goslar nach Hausmann in 5,200,000 Theilen 1 Theil Gold, der gewonnen wird, weil er mit dem Silber fällt. Alle alten Silbermünzen enthalten noch Gold, aber seitdem man weiß, daß Silber in concentrirter Schwefelsäure gelöst werden kann, lohnt es sich selbst noch $\frac{1}{3000}$ Gold abzuschneiden, so viel enthielten die herabgesetzten Koburger Sechser. Die Kronenthaler haben sogar $\frac{1}{1200}$ Gold d. h. 12000 fl. in der Million fl. (Pogg. Ann. 74. 316). Das Silber schlägt man aus der schwefelsauren Lösung durch Kupferplatten nieder. Die Schwefelkiese auf den Gängen und Lagern von Freiberg haben bis ein 400 Milliontheil Gold; die von Marmato bei la Vega de Supia (Provinz Popayan) nach Boussingault $\frac{1}{5000}$, in Colorado liefern sie sogar mit Kupferkies reichen Goldertrag. Auch der Arsenikalkies von Reichenstein in Schlesien wurde früher auf Gold ausgebeutet (Abh. Berl. Akad. 1814. 28), 1853 lieferten die Sublimationsrückstände mittelst Chlorgas 18 Mark. Auf der Südseite der Karpathen sind die Breccien der Syenit-Porphyre so vom Golde durchdrungen, „daß jeder Stein auf der Kapelle ein Goldkorn hinterläßt". Zu Vöröspatak, wo sich noch riesige Halden aus Römerzeit finden, liegt es im Karpathensandsteine am Fuße eines Trachytporphyr 1 Meile nordöstlich Abrudbanya (Jahrb. Geol. Reichsanst. 1851. 64). Zu Königsberg sollen früher die Arbeiter mit dem Staube bezahlt worden sein, der in ihren Kleidern hängen blieb. Hier in dem Ungarisch-Siebenbürgischen Gränzgebirge setzen sich die kostbaren Golderze mit Tellur verbunden an: Schrifterz mit 30 Au und Blättererz mit 9 Au. Sie waren lange die einzig bekannten, bis sie in unsern Zeiten auch Californien und Colorado lieferte. Alles übrige Gold kommt auf ursprünglicher Lagerstätte, hauptsächlich eingesprengt, in krystallinischen Silicatgesteinen vor, aber so fein vertheilt, daß die Arbeit darauf nur selten, wie jetzt in Nevada, lohnt. In den Dauphinéer Alpen bei la Gardette hat man es bis 1835 zu wiederholten Malen vergeblich versucht. Am Rathhausberg bei Gastein, am Hainzenberg im Zillerthal ꝛc. ist der Ertrag auch nur unbedeutend. Besonders gern sammelt sich das Gold auf Quarzgängen: so ward es früher zu Beresowsk nördlich Katharinenburg, dem einzigen Goldbergbau im Ural, in kleinen Mengen gewonnen. In Ungarn zu Nagyag, Offenbanya, Kremnitz ist es mehr Erz, als gediegen Gold, was man ausbeutet. Werden nun aber diese goldhaltigen Gesteine zertrümmert, wie das zur Diluvialzeit vielfach der Fall gewesen sein muß, und wie es jetzt noch durch unsere Flüsse in kleinem Maßstabe geschieht, so wird das schwere Gold ausgewaschen und zurück bleiben, es bilden sich

Goldseifen, lockere Gebirge, die mit Wasser behandelt einen kleinen Theil ihres Goldgehaltes fallen lassen, was in Tüchern oder haarigen Fellen (das goldene Fließ des Jason) aufgefangen wird. So unvollkommen diese Methode auch sein mag, so weiß man doch bis jetzt nichts besseres. Im Durchschnitt gab der Uralische Goldsand $\frac{1}{400000}$, d. h. 100 Pud 1 Solotnik (à 3840 Sol.). Und das ist erst noch viel.

Jetzt begnügt man sich schon mit $\frac{1}{4}$ Solotnik. Ein Cubikfaden Sand gibt etwa 1 Fingerhut Gold. In Ostsibirien rechnet man $\frac{1}{5}$ Loth auf 100 Pud. Am Rhein, wo der Mann mit Waschen einen kärglichen Tagelohn verdienen kann, ist der Sand noch schlechter, es würde sich hier gar nicht lohnen, wenn nicht das Gold mehr in Blättchen, die sich leichter anhängen, vorkäme. Im Ural und in den meisten goldreichen Gegenden sind es vielmehr Körner mit rundlichen Oberflächen und allerlei Unebenheiten. Das russische Riesenstück, welches 1842 in den Goldwäschen bei Miask gefunden wurde, wiegt 88 ℔ russisch (154 Mark), ist 15 Zoll lang und 10 Zoll hoch, gleicht dem geschmolzenen schnell erkalteten Metall, mit großen wulstigen Unebenheiten, in deren Tiefen Spuren von Krystallisation sichtbar werden. Quarz und Titaneisen sitzt stellenweis daran (Verhandl. Kais. Russ. Mineral. Gesellsch. 1843. pag. 70). Das Museum des Berg-Instituts bewahrte damals aus dem Ural 236 Goldklumpen von 463 ℔ Schwere und 168,000 Silberrubel Werth! Das größte Stück in Deutschland fand sich im Mühlbach bei Enkirch an der Mosel ohnweit Bernkastel $3\frac{7}{8}$ Loth, und wurde im Berliner Museum aufbewahrt (Pogg. Ann. 10. 136), ist aber durch Diebstahl abhanden gekommen. In Californien und Neuholland sind die Verhältnisse anfangs zwar günstiger gewesen, allein jetzt liegt der »auriferous gravel« meist unter einer mächtigen Decke von vulkanischem Gebirge, was die Gewinnung erschwert. In Californien weiß man sich durch riesenhafte Sprengungen und durch große Wasserleitungen mit 150 Fuß senkrechtem Gefälle zu helfen (Berg- und Hüttzt. 1871. 180). Der goldhaltige Quarz von den Gängen kann sogar mit Vortheil gepocht und geschlemmt werden.

Der Goldwerth schwankt immer etwas, je nach dem Gewinn und den politischen Zuständen, Helferich period. Schwank. Werth edl. Metalle, 1843. Gold lieferte schon zur Zeit des Moses in vielen Centnerschweren Massen das Hauptschmuckwerk beim jüdischen Cultus (2 Moses 38, 24), der Gnadenstuhl und die Cherubim waren aus massivem Gold. David vermachte dem Tempel 3000 Talent Goldes (1 B. Chron. 30, 4), und Salomo holte auf eigenen Schiffen 420 Talente (nach Weston's Berechnung 3 Millionen Pfund Sterling) aus Ophir (Solfala oder Malacca) 1 Kön. 9, 28, und bekam überhaupt in einem Jahr 666 Talente Gold, 1 Kön. 10, 14. Schon zu Plato's Zeit wurde der Werth auf das 12-fache des Silbers gesetzt, wie es etwa noch heute in der Türkei ist. Alexander erbeutete in Persepolis 120,000 Talente (150 Mill. Thaler). Die Römer trieben einen ungeheuren Goldluxus besonders mit Ringen, Plin. 33. 5. Nach der Schlacht bei Cannae sandte Hannibal der Vaterstadt über drei »modii« anulos aureos von den gefallenen Equites, Livius XXIII. 12. Dennoch hatte Cäsar in Gallien so viel erbeutet, daß es plötzlich nur $7\frac{1}{2}$mal theurer als Silber wurde, während es unter Justinian wieder auf 22 stieg. Zu unsern Zeiten schwankte die Goldwährung zwischen 14—15, d. h. $14\frac{1}{2}$ ℔ Silber gelten so viel als 1 ℔ Gold, in Frankreich 1 : $15\frac{1}{2}$, fiel dann aber 1875 auf 1 : 17. Da das

Silber reichlich ein Halbmal so schwer als Gold ist, so haben Goldstücke von gleicher Größe mit Silberstücken ungefähr einen 27—30fachen Werth. Die feine Mark 360 fl., oder das Zollpfund 1392 Mark werth.

Asien war nach alten Angaben das goldreichste Land der Erde, und schon Herodot sagt, daß im Lande der Dardi (Kaschmir) Ameisen größer als Füchse goldhaltigen Sand aus der Erde werfen. Noch heute sind alle Zuflüsse des obern Indus so goldhaltig, daß Ritter (Erdkunde 14. 410) dahin das Land Ophir versetzte. Verschiedene asiatische Völker bedienen sich der rohen Goldkörner als Tauschmittel. Besonders viel Goldstaub liefern die großen Inseln Celebes, Borneo, Sumatra ꝛc. Malacca hieß bei den Griechen und Römern die goldne Halbinsel. Es scheint bis jetzt noch wenig ausgebeutet, denn ein Fürst von Celebes versprach mal einem amerikanischen Kaufmann, binnen Jahresfrist eine beliebige Menge in Stücken von 6—12 ℔ zu liefern. In Persien sollen nach den dortigen Sagen die Gräser des hohen Elwend die gemeinsten Metalle in Gold verwandeln. Aehnlichen Reichthum birgt das noch unbekanntere

Afrika. Südlich den Katarakten des Nil, noch südlich von dem alten Meroe (Sennaar), wird das Gold im Strom gefunden, Fazoglo, Scheibom und das Mondsgebirge ist den Sagen nach so reich, daß Mehmet Ali Expeditionen dorthin ausrüstete. Weiter südlich im Reich Batua sollen Madagaskar gegenüber in der goldreichen Ebene von Manica die Goldkörner aus flacher Erde gegraben werden. Ja ein Theil der Westküste hat von den Kaufleuten den Namen Goldküste, wo schon nach Herodot IV. 196 die Karthager handelten, erhalten, weil die Mandingo-Neger den Goldstaub aus dem Quelllande des Senegal und Gambia hier absetzen. Man hat daher wohl gemeint, daß Ophir die Küstenländer von Afrika oder des glücklichen Arabien waren. Doch lieferte die alte Welt heute nicht mehr die Schätze in dem Maße, wie es im hohen Alterthum der Fall gewesen zu sein scheint. Zwar machten die

Russischen Besitzungen von Nordasien am Ural und Altai in unserm Jahrhundert große Ausbeute, aber nicht ohne Anstrengung. Der Ural schien darnach das Land der Scythen Herodots zu sein, „wo die einäugigen Arimaspen das Gold unter den Greifen hervorziehen". Noch heute ist es dort ein einträglich Geschäft, den Goldschmuck zu suchen, welchen die alten Tschuden ihren Todten mit ins Grab gaben. Dennoch wurden erst 1819 die Goldwäschen im Ural wieder eröffnet. Die Goldseifen, unsern Lehmbildungen überaus ähnlich, ziehen sich auf der Ostseite des von Nord nach Südst reichenden Gebirges wohl 150 Meilen weit in gerader Linie fort, die größten Stücke kommen im Süden, in der Gegend von Miask (Werchno-Uralsk das südlichste Werk) vor, je weiter nach Nord, desto feiner das Goldkorn. Die Kosten betragen $\frac{2}{3}$ des Goldwerthes. 1843 gewannen Privaten und Krone 1342 Pud im Werth von 16 Mill. Silberrubel (à 1 fl. 50 kr.). 1847 1722 Pud, und von 1819—1851 etwa 18,400 Pud oder 460 Mill. Gulden. Nördlich vom Altai, in den mittlern Flußgebieten des Obi, Tom, Jenissey bis zur Lena,

wird das Gold durch Verbrecher gewonnen. 1841 und 42 zogen 350 Expeditionen im Gouvernement Jeneseisk in die Taigas (finstere Wälder) und fanden nichts, solche Mühe kostet das Aufsuchen neuer reicher Lager! Dennoch stieg dort der Goldertrag so schnell, daß er den am Ural bald zu überflügeln drohte, allein schon 1847 erreichte er seinen Höhenpunkt 1396 Pud, 1850 nur noch 1031, 1852 blos 818. Es stieg dann aber wieder, und 1871 gewannen Ural und Sibirien 2400 Pud = 39312 Kilogramm, 1873 2024 Pud à 16,38 Kg. 1844 sollen im Gouvern. Jeneseisk 150,000 Bouteillen Champagner getrunken worden sein! Das gibt uns das beste Bild von den Goldsuchern.

In der **Neuen Welt** war es zuerst Brasilien, was die Goldgier in Aufregung brachte. 1590 sah man beim Sklavenfang Indianische Weiber und Kinder mit Goldblättchen geschmückt und nun drangen ganze Karawanen in die Urwälder, die in den Bächen von St. Paulo pfundschwere Stücke fanden. In Minas Geraes fischten 1680 die Indianer mit goldenen Angelhaken, und noch heute ist daselbst die Stadt Villaricca der Hauptort. Ein schieferiger Quarzfelsen mit Eisenglimmer (Icutinga) enthält das Gold in Blättchen, die zuweilen ¾ Fuß lang werden, aber immer sehr dünn bleiben. Man treibt Versuchsörter in das 60′ mächtige Lager, und leitet Wasser hinein, welches das Gebirge zernagt und Gold auswäscht (Gilbert's Ann. 59. 180). Eine einzige Mine (Gongo-Socco) hat in 12 Jahren den Engländern 20 Millionen Gulden Goldes geliefert. 1785 fand sich bei Bahia ein Goldklumpen von 2560 Pfund im Werth von 1¼ Mill. Gulden! Die ganze Cordillere von Chili bis zur Landenge von Panama liefert theils in Quarzgängen auf Thonschiefer und Gneis, theils in Seifen und im Flußsande viel Gold. In La Paz am Titicacasee stürzte im vorigen Jahrhundert ein Thonschieferfels herab, worin Goldstücke von 50 ℔ steckten, und der Felssturz brachte in wenigen Tagen 80,000 Piaster ein. Erst im Sommer 1852 kam die Bevölkerung Peru's in Aufregung, es hatte sich nördlich Lima in der Cerro de Sann an der Küste von Huacho in Quarzadern des Porphyr ein ungeheurer Reichthum an feinstem Gold gefunden, muß aber bergmännisch gewonnen werden. Wenn die Küstenketten so viel Gold bergen, so läßt sich daraus auch der Reichthum weiter nördlich im Schuttlande von Choco wohl erklären. Großes Aufsehen machte in unsern Tagen

Californien. Schon lange war der Goldreichthum des nördlichen Mexiko's bekannt, denn in den Gruben des Trachyts von Villalpondo nördlich Guanaxuato enthält nach Humboldt der thonige Schlamm der Goldgänge eine solche Menge unsichtbarer Goldtheilchen, daß die nackt arbeitenden Grubenleute nach gethaner Arbeit gezwungen sind, sich in großen Gefäßen zu baden, damit der kostbare Staub ihres Leibes nicht verloren gehe. In der nördlichen Provinz Sonora entdeckte man 1836 nördlich Arispe am Flusse Gil einen Sand, der täglich 16 ℔ Gold lieferte. Die Arbeiter durchwühlten mit einem Stock den Boden, um die sichtbaren Körner aufzusuchen. Aber was war das gegen den Reich-

thum am Rio Sacramento in Obercalifornien, wo man im Frühjahr 1848 beim Graben eines Mühlbachs das erste Goldkorn fand (Silliman Amer. Journ. 1849. 2 ser. VII. 125). Nach 3 Monaten sammelten sich schon 4000 Menschen, von denen der Mann täglich gegen 2000 fl. erbeuten konnte, obgleich nur Nägel, Taschenmesser ꝛc. die rohen Werkzeuge bildeten. Schon im Jahre 1848 sollen 5 Mill. Dollar, 1849 aber 40 Mill., 1850 50 Mill., 1851 56 Mill. ausgeführt sein. Genaue Angaben sind bei der Gewinnungsart nicht möglich. Doch scheint die Furcht, als würde das Gold plötzlich entwerthet, auch dießmal nicht begründet, denn 1860 wurden nur 47 Mill. erbeutet: die Glücksfunde ließen längst nach, obwohl der Sand mit 1—2 Franken im Cubikmeter unerschöpflich sein soll. An den Küsten hat selbst das Meer den Waschproceß übernommen, und den goldhaltigen Magneteisensand 100′ hoch über dem heutigen Spiegel abgelagert. Die Vereinigten Staaten haben außerdem im Osten längs des Alleghani-Gebirges in Virginien, Nordcarolina über die Westecke von Südcarolina hinweg bis Georgien hinein, auf einer Längenerstreckung von 100 Meilen Goldseifen und Goldgänge auf Quarz im Talkschiefer. Beim Graben von Brunnen sind in Nordcarolina Stücke bis zu 53 ℔ schwer gefunden worden. Man schätzt daher die dortige Goldausbeute von 1848—74 rund auf 5400 Millionen Mark.

Australien (Athenaeum 1849 Nro. 1132) hat im Gebirge des Bathurst-Distrikts westlich von Sydney durch die Entdeckung eines Schäfers Gold in solcher Menge geliefert, daß es sogar 1869 mit 380 Millionen Mark Californien in Schatten stellte. In der Victoria-Colonie fanden sich gleich anfangs Goldklumpen im Werth von 5500 Dollar (Leonhard's Jahrb. 1853. 72), bei Bathurst von 106 ℔ und 48,000 fl. Werth, bei Ballarat sogar von 184 ℔, das eingeschmolzen für 55,840 Thlr. Gold lieferte! 1852 sollen in der Provinz Sydney und Victoria für 75 Mill. Gulden gewonnen sein. 1859 führte Australien $2\frac{1}{4}$ Mill., 1860 nur noch 2 Mill. Unzen aus. Die Goldtrophäe von Victoria, welche in der Londoner Industrieausstellung das Auge auf sich zog, war ein 70′ hoher Obelisk, der ein Gewicht von 16,000 Ctr. und einen Werth von 100 Mill. Pfund Sterling repräsentiren sollte; $\frac{1}{8}$ der englischen Nationalschuld! Das beste Victoriagold enthält bis 99,9 p. C. fein, der Goldquarz aber Arsenikkies, Bleiglanz, Grauspießglanz ꝛc. Gewöhnlich hat es aber 5—10 p. C. Silber, das Neuseeländische sogar 25—33 p. C. Letzteres wird geschmolzen und mit Chlordämpfen gereinigt, Berg. Hütt. Zeit. 1875. 315. Clarke (Silliman's Amer. Journ. XIII. 118) macht darauf aufmerksam, daß das Australische Gold genau im Meridian 149° östlich Greenwich liege, während 90° westlich davon das Uralische und 90° östlich das Californische sich aufgehäuft habe.

Die Europäischen Länder sind dagegen arm, aber vielleicht nur, weil die Ausbeute schon längst gemacht wurde. So spricht Plinius 33. 21 von einem Goldreichthum Spaniens, ganze Berge wurden in Gallicien, Lusitanien und Asturien mit Feuer und Wasser zerstört, und

noch sieht man im Guaderamagebirge die deutlichen Spuren davon, Berg. Hütt. Zeit. 1867. 12. In Italien verbot ein Gesetz, daß nicht mehr als 5000 Arbeiter aufgestellt werden dürften. In Frankreich (Reaumur Mém. de l'Acad. 1718) werden die Ariège in den östlichen Pyrenäen, die obere Garonne bei St. Beat, der Gardon in den Sevennen, die Rhone ꝛc. als goldführend zum Theil noch ausgebeutet. Unerwartet kam die Ausbeute im Sutherlandgoldfeld bei Kildonnan in Schottland (Jahrb. 1871. 371). Selbst in Lappland am Fluß Kenna wurde 1837 entdeckt, wegen ungünstiger klimatischer Verhältnisse 1870 die Arbeit wieder eingestellt (Berg. Hütt. Zeit. 1873. 83). In Deutschland (Naturforscher 1780 Stück 14 pag. 37) gibt der Rhein noch eine kleine Ausbeute von Waschgold, namentlich bei Wittenweier und Philippsburg, woraus die Badische Regierung alljährlich etwa 2000 Ducaten schlägt, obgleich Daubrée ausgerechnet hat, daß zwischen Basel und Mannheim 80 Millionen Gulden im Rheinbett liegen (Bullet. geol. Franc. 1846. 458). Zwischen Waldshut und Aarau an der Aar gibt nach Mösch (Geol. Beschreib. Umgeb. von Brugg 1867. pag. 73) der Sand kaum mehr als ein Dreihundertmillionentel (32 Gold in 10,000,000,000 Rohmaterial), dennoch kam der Wäscher bei billigen Lebensmitteln auf guten Tagelohn. Die Goldblättchen scheinen aus der Molasse zu stammen. Zwar führt auch die Mosel in den Vogesen Gold, aber so wenig, daß ein Tagewerk nur 3 Centimen liefert. Auch in Württemberg hat man 1818 versucht, aus dem weißen Keupersandsteine von Sternenfels (Ob. Maulbronn) Gold zu gewinnen, aber die Kosten konnten nicht gedeckt werden. Aus der Donau (Jahrb. geol. Reichsanst. IX. 10), Inn, Isar, Salzach waren in München 1854 Goldsande ausgestellt; der Diluvialboden bei Bodenmais, der Schwarza-Grund am Thüringer Wald, die Edder im Waldeck'schen (Jahrb. 1854. 324), der Diemel bei Stadtberge (Jahrb. 1856. 81) ꝛc. haben zeitweis Ausbeute gegeben. Vereinzelt steht auf dem Unterharze der Fund von gediegen Gold bei Tilkerode in den Eisenerzen auf der Gränze zwischen Grünstein und Thonschiefer. Nur Oesterreich gewinnt in Ungarn und Siebenbürgen jährlich 6—7000 Mark, aber meist durch Bergbau. Ungarn war in frühern Zeiten sehr berühmt, Gold in Quarz wurde selbst auf dem Gipfel des Tatra-Gebirges, dem Krivan, gewonnen. Aus Siebenbürgen stammen die meisten Goldstufen unserer Sammlungen, wo auf schmalen Quarzschnüren des alttertiären Karpathensandsteins, durchbrochen von Daciten (Quarzandesiten), in vielen hunderten kleiner Baue das edle Metall gewonnen, und im Gebiete des Aranyos (Arany Gold), des goldreichsten Flusses Centraleuropas, auf zahllosen Poch- und Waschwerken ausgebracht wird (Illustr. Zeit. 1862. 166): bei Vöröspatak (Alburnum majus) enthält das lichte bis ein Drittheil Silber, dann sinkt sein Gewicht bis auf 12 herab, während das dunkele, welches dort bei Offenbanya mit Schrifterz einbricht, auf 92 Au steigen soll. Ein Glücksfund förderte im September 1862 im „Feldsteinporphyr" (Dacit) 26 Münzpfund „Freigold", das aus dem weichen Gestein zum Theil in den schönsten Krystallen herausfiel. Sogar goldhaltiges ver-

kohltes Holz kommt vor. Wo sich die Goldklüfte scharen, sind zuweilen in ein bis zwei Jahren über Millionen Gulden erbeutet. Ungarn gewann 1872 2868 Münzpfunde. Daher haben schon die Römer die großartigsten Spuren hinterlassen. „Dort fanden sich in einem alten Römer„bau jene berühmten Wachstafeln, welche in Pest und Berlin aufbewahrt „werden, für die Culturgeschichte eine der kostbarsten Reliquien". Vom Goldreichthum des Böhmerwaldes (Jahrb. geol. Reichs. 1854. 568) wird noch heute dort viel gesprochen. Auch die Alpen sind nicht zu vergessen: es finden sich nicht blos am Rathhausberge in Salzburg, am Heinzen im Zillerthal, an der Galanda bei Felsberg Goldstufen, sondern auch die Bäche führen Gold, wie die beiden Emmen am Pilatus, Reuß, Aar 2c.

Die Goldproduction während der 5 Jahre von 1848—53 ergab einen Werth von 2 Milliarden Franken. Davon kamen im Jahre 1852 etwa 300 Mill. auf die Californischen Wäschereien, 160 Mill. auf Australien, 90 Mill. auf Ural und Altai, und die übrigen 50 Mill. auf sämmtliche andere Länder. Zippe nimmt jährlich 4000 Ctr. an, d. h. einen Würfel von 8' Kantenlänge. Schätzt man den ganzen Goldvorrath im Handel auf 500 Mill. Pfund Sterling, so gäbe das nur einen Würfel von 20' (v. Kobell, Miner. popul. 1862. 170). Natürlich schwanken Angaben und wirkliche Ausbeute jährlich: 1869 wurde die Goldproduction auf 400 Millionen Thaler geschätzt, worunter Australien mit 127 oben ansteht; dann folgte Californien 100, Nordamerika 45, Mexico 35, Rußland 31, Südamerika 20, Europa 10. Sachsen gewann 1867 159½ ℔ = 73942 Thaler, aber das kommt nicht gediegen, sondern als Beigehalt anderer Erze vor.

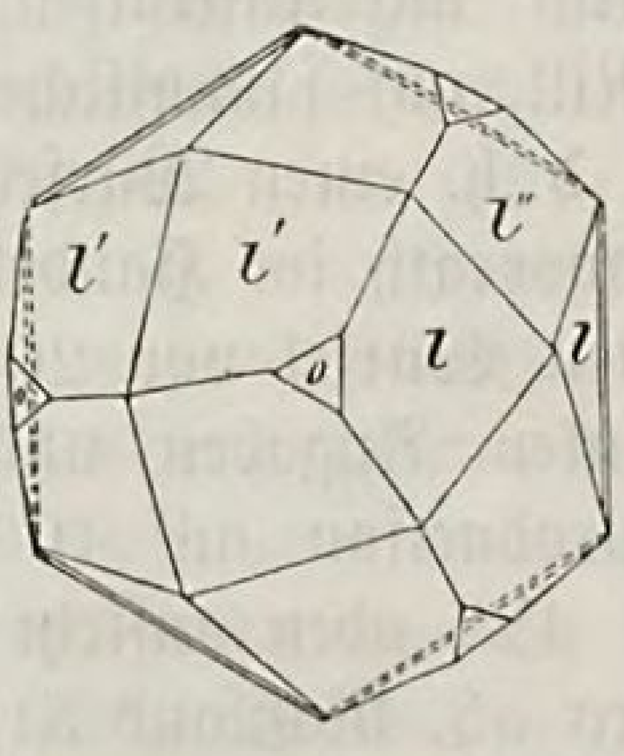
Man darf aus dieser großen Verbreitung nicht etwa voreilig schließen, daß das Gold sich vor andern Stoffen auszeichne. Nur sein Werth hat zu der Entdeckung geführt, und seine ungeheure Dehnbarkeit in Verbindung mit seinem Glanz macht, daß es wie das Sonnenlicht selbst bis in die Hütte der Armuth dringt (v. Kobell, Skizzen aus dem Steinreich 1850. pag. 138), und aller Augen auf sich zieht. Berthollet wies es sogar in der Pflanzenasche nach.

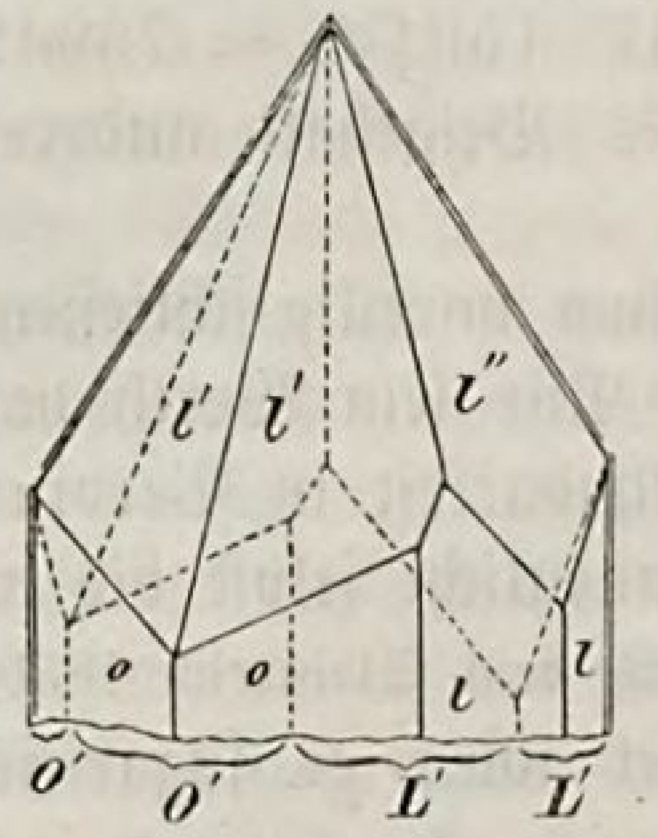
Anwendung. Feines (reines) Gold kann weder zu Münzen, noch zu Geräthschaften angewendet werden, weil es zu weich ist, aber schon $\frac{1}{12}$ Blei macht es glasartig spröde, selbst schon $\frac{1}{2000}$ Wismuth wirkt deutlich ein. Bei dem mit Schwefelsäure geschiedenen Silber findet sich gewöhnlich Selen, schon $\frac{1}{1000}$ ist schädlich. Mit Silber und Kupfer bleibt es dagegen geschmeidig. Zu dem Ende wird die Mark = 16 Loth in 24 Karat getheilt: nimmt man nun z. B. 22 Karat Feingold und mischt dazu 2 Karat Silber, so heißt solche Legirung 22karätig. Die rothe Karatirung geschieht mit Kupfer: $\frac{1}{7}$ Kupfer gibt die härteste Masse, und die Farbe wird dabei röthlich gelb, also höher, und die Dichtigkeit etwas größer. Die weiße Karatirung geschieht mit Silber, aber die Farbe wird blasser, daher ist das nicht gewöhnlich. Am leichtesten schmilzt die gemischte Karatirung mit Kupfer und Silber.

2. Silber.

Schon bei Ulfilas findet man Silubr, bei Ottfried Silabar, lateinisch Argentum, mit dem Zeichen des Mondes ☾, Hebräisch Keseph (vom Mondlicht beschienen). So lange als Gold gekannt, obgleich Plinius 33. 31 noch die Existenz des gediegenen Silbers in der Natur läugnet. Native Silver, Argent natif.

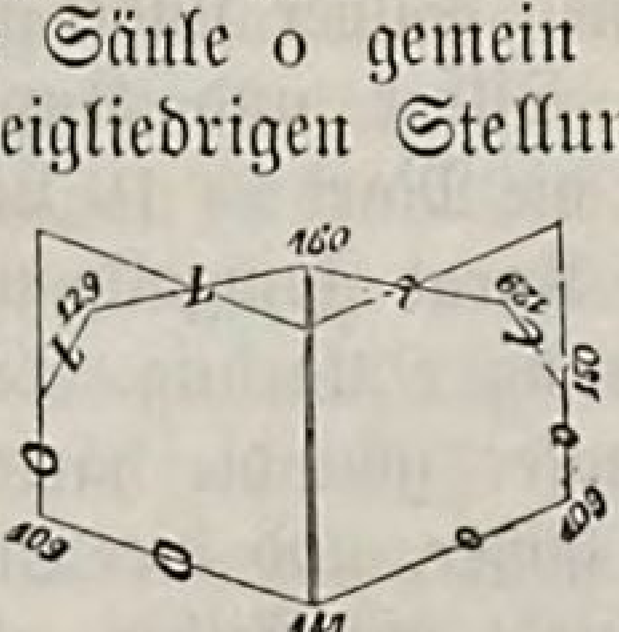
Es hat die reguläre Krystallform des Goldes. Würfel, Oktaeder und Granatoeder kommen in Sachsen bis zu $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser vor, der größte Würfel von Kongsberg hat $\frac{3}{4}$ Quadratzoll Fläche. Leucitoid $a : a : \frac{1}{3}a$ (Pogg. Ann. 64. 533). Naumann gibt noch Pyramidenwürfel $a : \frac{1}{2}a : \infty a$ und $a : \frac{1}{4}a : \infty a$ bei sächsischen Krystallen an, wo auch das Granatoeder keine seltene Erscheinung ist. Besonders schöne Krystalle zu Kongsberg, nebst Zwillingen von einfachen Würfeln und Leucitoiden, wie beim Golde pag. 678. Daselbst dehnen sich zuweilen die Leucitoidzwillinge l, parallel einer Oktaedersäule o/o in zweigliedriger Stellung übermäßig aus. Die Zwillingsebene ist bei unsern Figuren die Ebene des Papiers, und die unbezeichneten Flächen oben sind weggefallen. Von den zweigliedrigen Axen geht die Hauptaxe c der Oktaederkante parallel, und die Nebenaxen liegen in der Granatoederfläche, welche die Endecke gerade abstumpft. Sehen wir zunächst von dem Zwillinge ab, und gehen von dem 2gliedrigen Oktaeder l'l' aus, so ist





$$a : b : c = \tfrac{3}{4}\sqrt{2} : 3 : \tfrac{3}{2}\sqrt{2} = \tfrac{1}{2} : \sqrt{2} : 1,$$

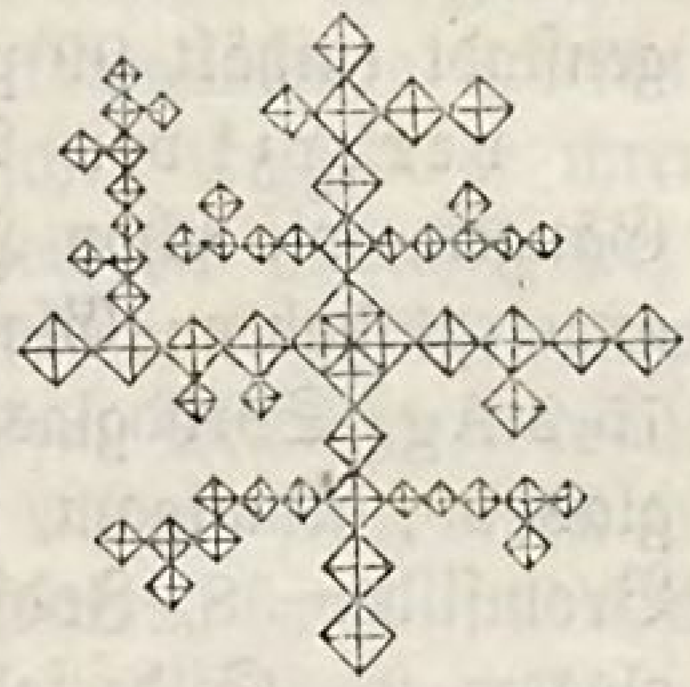
wie sich nach dem Kantenzonengesetz pag. 49 leicht ergibt. Folglich ist auf diese Axen bezogen $l' = a : b : c$, in der vordern Endkante $148^0\ 54'$; das Paar $l'' = c : \frac{1}{3}b : \infty a$ schneidet l' unter $117^0\ 2'$. Die Oktaederflächen o/o bilden die Säule $o = 2a : b : \infty c$ vorn mit dem Oktaederwinkel $109^0\ 28'$, deren scharfe Kante das zweite Paar von Leucitoidflächen $l = 6a : b : \infty c$ zuschärft, folglich ist $l/l = 129^0\ 31'$ und $l/o = 150^0\ 20\frac{1}{2}'$. Wenn nun diese 2gliedrigen Krystalle einen Zwilling bilden, wie der Fall ist, so haben sie die Säule o gemein und liegen umgekehrt. Aber dieser Zwilling der zweigliedrigen Stellung ist zugleich auch der der regulären. Beistehende Horizontal-Projection der Säulen macht dies sogleich klar: wo sich l und L in der Zwillingsgränze begegnen, entsteht ein ausspringender Winkel $160^0\ 18'$; $l/l = L/L$ sind $129^0\ 31'$; $o/o = O/O = 109^0\ 28'$; $o/O = 141^0\ 4'$, doch kann an dieser Stelle auch der einspringende $L/l = 160^0\ 18'$ sich einstellen. Man findet diese Sachen besonders schön in den herrlichen Sammlungen von Kopenhagen: dicke Silberbleche,



worauf an beiden Seiten Würfel in gegenseitiger Zwillingsstellung hervorragen; verzogene Dreikantner in Zwillingen &c.

Keine Krystalle haben so entschiedene Neigung, dendritische Formen zu bilden, als das gediegene Silber, man hat daher den deutschen Namen sogar von Silviger ableiten wollen. Diese Dendriten sind z. B. im Schwerspath der Grube Sophie zu Wittichen auf dem Schwarzwalde nichts weiter als ein Proliferiren des Oktaeders nach allen Seiten: es setzt sich immer ein Oktaederchen auf das andere, und jeder Nebenstrahl kann wieder zu einem Hauptstrahl werden. Im Querschnitt (untere Figur) haben daher die Aeste 4 Arme. Aber denke man sich auch noch so viele Verzweigungen, alle schneiden sich in der Richtung der Oktaederaxen unter rechten Winkeln, und das Ganze bildet ein einziges Oktaeder. Anders ist es, wenn die Strahlen sich unter 60° schneiden (Farrenkrautartiges), wie es auch auf der Sophie aber selten vorkommt, und von ganz besonderer Pracht zu Kongsberg. Dann entstehen Zwillingsverzweigungen, wie beim Kupfer. Auch Afterkrystalle nach Rothgülden und Sprödglaserz gibt es, da dieselben sich schon durch heiße Wasserdämpfe reduciren.





Sehr ausgezeichnet sind die Haar-, Draht- und Zahnförmigen Bildungen, besonders schön bei Schneeberg und Kongsberg. Die Zahnförmigen sind wegen ihrer Aehnlichkeit mit Stoßzähnen von Elephanten benannt. Zu Kongsberg brach 1834 ein solcher Zahn von $7\frac{1}{4}$ Ctr. Gewicht! Diese äußern Gestalten sind auffallend gedreht und gekrümmt, „und es ist sehr gemein, daß weiß Silber auss gediegen Glassertz spreißet." So daß letzteres wahrscheinlich aus ersterem entstand. Bleche und Platten, letztere mit unregelmäßigen Eindrücken und zackigen Auswüchsen, kommen vor. Silberweiß, rein ist es das weißeste Metall, hat aber doch einen Stich ins Gelb und läuft an der Oberfläche gelb, roth, braun bis schwarz an, in Folge einer Aufnahme von Schwefel oder Chlor. Härte 2—3, etwas härter als Gold, geschmeidig mit sehr glänzendem Strich und hakigem Bruch. Durch Hämmern wird es härter und spröder, und läßt sich zu Blattsilber von $\frac{1}{100000}$ Zoll ausdehnen. Gegossenes wiegt 10,478, gehämmertes 10,6.

Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht zu einer Kugel. Bei langsamem Erkalten krystallisirt es in Oktaedern. Das feine Silber nimmt beim Schmelzen Sauerstoff auf, und gibt diesen beim Erkalten unter Spratzen ab, treibt dabei mehrere Zoll lange Bäumchen, sogar krystallisirt, heraus. In Salpetersäure löst es sich bei der Wärme unter Entwickelung von Stickstoffoxyd zu salpetersaurem Silberoxyd, was kalt in glänzenden weißen 2gliedrigen Tafeln sich ausscheidet. Auch in concentrirter Schwefelsäure löst es sich unter Bildung von schweflichter Säure. Salzsäure gibt einen

käsigen Niederschlag von Ag Cl, der am Lichte violet und schwarz wird. Ammoniak löst den Niederschlag leicht, indem sich Chlorsilber-Ammoniak bildet. Saures chromsaures Kali und Salpetersäure erzeugen auf Silber einen rothen Fleck. Vollständig ist Silber schwer zu reinigen, namentlich nimmt es etwas Silicium auf (Stas, Bull. Acad. Brux. 1860. X). Die Salze schwärzen sich am Licht, d. h. es scheidet sich Silber aus, worauf die Photographie beruht.

Goldhaltig ist das meiste Silber, bei Kongsberg kommt eines mit 72 Ag und 28 Au vor (Fordyce, Phil. Trans. 1776. 523), man hat es wohl als güldisch Silber unterschieden. Gewöhnlich ist aber der Goldgehalt viel geringer pag. 680. Kupfer gibt Berthier 10 p. C. neben 90 Ag von Curcy Dep. Calvados an. Das Silber von Johann-Georgenstadt enthält 99 p. C. fein. Außerdem kommt es aber meist

vererzt vor. Diese Silbererze (Gültigerze) brechen auf schmalen Gängen, wie schon Hiob 28, 1 weiß, die seit alter Zeit den Bergbau angeregt haben: Glaserz enthält 87 Ag, Antimonsilber 84 Ag, Hornerz 75,2 Ag, Sprödglaserz 70,4, Polybasit 72, Rothgülden 65, Silberkupferglas 53, Amalgam, Wismuthsilber 60, Tellursilber 61, Selensilber 73, Bromsilber 58, Jodsilber 46, Myargyrit 35,9, Sternbergit 33, Schilfglaserz 24, Silberfahlerz 31,8. Besonders aber sind es die in größern Mengen brechenden Blei- und Kupfererze, welche durch einen kleinen Silbergehalt angereichert werden. Der Hüttenmann hat sich im Abscheiden dieses edlen Metalls eine solche Fertigkeit erworben, daß er weniger als $\frac{1}{10}$ Loth im Centner, also $\frac{1}{32000}$tel, nachweisen kann (Plattner's Probierkunst 37), und zwar mit dem Löthrohr! Da man aber mit dem Löthrohr nicht leicht mehr als 1 Decigramm ($\frac{1}{36}$ Quentchen) bewältigt, so läßt sich weniger als 1 Milliontel Quentchen Silbers nachweisen. Eine Wage reicht da nicht mehr hin, und Harkort kam auf den ingeniösen Gedanken, die kleine abgetriebene Silberkugel zwischen zwei feinen convergenten Linien auf Elfenbein zu messen, was vollkommen gelang. Silber wurde sogar in Meerwasser nachgewiesen, da Chlorsilber im Salzwasser sich löst (Pogg. Ann. 79. 480). Die Alten konnten nur reichere Erze verhütten, daher werden jetzt alte Halden und Bergversatz nochmals verwerthet, trotzdem daß das Silber einen viel geringern Werth bekam. Freilich hat sich auch der technische Zustand der Werke um das Vierfache verbessert.

Die Verbreitung des Silbers ist in Beziehung auf Menge 24mal stärker als die des Goldes. Das edle Metall würde aber in seinen schmalen Gängen lange verborgen geblieben sein, wenn nicht gerade die obersten Theile, die bis über den Boden in früherer Zeit emporragten, am reichsten wären. So fanden schon die Phönicier bei ihren ersten Fahrten nach Spanien so viel Silber, daß nach der Sage ihre Schiffe es nicht fassen konnten, selbst Anker machten sie aus Silber. Bei einem Waldbrande in den Pyrenäen floß sogar ein Strom geschmolzenen Silbers aus der Erde (Diod. Sic. V. 24). Auch Hannibal hat mit spanischem Silber seinen zweiten Punischen Krieg geführt, die Grube Bebulo in

Aquitanien lieferte ihm nach Polybius täglich 300 ℔ (Plinius hist. nat. 33. 31). Dem Fugger brachten die Spanischen Silberbergwerke jährlich 6 Mill. Piaster ein. In Griechenland waren besonders die Silberbergwerke von Laurion bei Athen berühmt, welche durch Sklaven betrieben wurden. Sie gaben dem Themistokles die Mittel zu seiner Flotte (Böckh, Abh. Berl. Akad. 1814. 85). Die mächtigen Schlackenhaufen bei Sunium haben sich zu festen Mühlsteinen verbunden (Jahrb. 1865. 93), welche von den Franzosen abermals auf Blei ausgebeutet werden. So kam es, daß schon zu Plinius Zeit bei reichen Römern Bildsäulen, Wagen, Bettstellen, Kochgeschirre rc. von gediegenem Silber waren, ja in Rom gab es 500 silberne Becken à 100 ℔, und Drusillanus hatte eines von 550 ℔.

Im Mittelalter gieng der Silberbergbau in Deutschland hauptsächlich vom Rammelsberge bei Goslar 960 aus; die Silberausbeute erreichte aber vor der Entdeckung von Amerika im sächsischen Erzgebirge ihren Höhenpunkt bei Schneeberg. Schon 1471 wurde hier ein „mächtig Erz" gefunden, 1477 auf der St. Georgenzeche ein Stück von 7 Ellen hoch und 3½ Ellen breit (es war Glaserz mit gediegenem Silber), woraus 400 Centner Silber geschmolzen wurden. Herzog Albert stieg selbst in die Grube hinab, speiste darauf mit seinen Begleitern, und soll nach Agricola Bermannus pag. 693 ausgerufen haben: Fridericus imperator potens et dives est, ejusmodi tamen mensam hodie non habet. Albinus (Meißnische Bergchr. pag. 27) weiß nicht genug von dem Silberreichthum des Schneebergs zu rühmen. Er rechnet uns vor, daß in den ersten 79 Jahren von 1471 bis 1550 über zehn Millionen Centner Silber gewonnen seien. Das scheint nun zwar unmöglich (Bergm. Journ. 1794. VI. 1, pag. 151), doch entstand in Schneeberg ein so unsinniger Luxus, daß besondere Gesetze dagegen gegeben werden mußten. „Zum anderm „ist dieses in gemeinen Geschrey, und von vielen alten Gewercken vnd „Bergleuten auffgeschrieben, vnd bericht geschehen, das man in der blüet „des Schnebergischen Bergwercks nicht gnug müntzen können, vnd der„halben nicht allein müntze, Sondern auch Silberküchen ausgetheilet, wie „denn auch Mathesius in seiner Sarepta schreibt, daß man auf S. Georgen „auf einmal hundert marck Silbers, vnd 600 fl. auf einen Kux ausge„theilet." Die Zeche wurde in 128 Kuxe getheilt (Klar und Wahr pag. 2). Ja nicht blos ungemünztes Silber, sondern selbst rohes ungeschmolzenes Erz mußte man anfänglich abgeben! Und als Simon Rößler die Werke von Marienberg, die 1540 um Trinitatis 113,000 fl. Ausbeute geliefert hatten, vor allen sächsischen Werken rühmt, setzt er hinzu:

Den Schneeberg lassen wir bleiben,
Da brach's gewaltiglich,
Gott thue sein gnad verleihen,
Das es hie auch so bricht.

Die Gesteine auf Fabian Sebastian in Marienberg verbreiteten sogar Wohlgerüche „lieblicher als Gewürze", so daß Herzog Heinrich ausrief, hier ist das indische Calecut! Auf Neu-Morgenstern kamen Lachterlange

Drusen vor, woraus Haarsilber „kübelweis" gewonnen wurde. Silber bleibt in Sachsen überall die neueste Bildung, es sollen in mehreren Revieren Silberzähne sogar über dem Rasen abgehauen sein, und zu Kuttenberg fand man die gediegenen Barren zwischen den Wurzeln der Bäume. Heute ist der Himmelsfürst bei Freiberg die reichste Grube: im Quartal Luciae 1857 hatte man in 6 Wochen 19 Ctr. erbeutet, darunter Platten von 60 ℔!

Der Schwarzwald im Gebiete der Kinzig stand besonders im vorigen Jahrhundert in großem Ruf, Grube Sophia bei Wittichen lieferte dendritisches Silber im Schwerspath, der im verwitterten Granit aufsetzt. Die Grube Anton im Heubachthale hat noch in den Vierziger Jahren auf einen Schuß 50 ℔ gediegen Silber geliefert, und als ein Bauer 1845 nahe der verlassenen württembergischen Grube Dreikönigsstern sich im Granit einen Keller grub, erschürfte er unter dem Rasen 14 ℔ gediegen Silber (Geol. Ausflüge Schwab. 1864. 132). Aber alles bricht nur sporadisch: so brachte es auch die Grube Wenzel im Schappacher Thal in ihrer besten Zeit mal eines Monats bis auf 24 Ctr. Silbererz, an wenig Antimon und Schwefel gebunden (Denkschr. Aerzte Schwab. I. 413).

Die Ungarischen Werke sind nicht minder silberreich, man rechnete früher den jährlichen Ertrag gegen 100,000 Mark, während der Oberharz nur 50,000, etwa eben so viel Sachsen und Przibram in Böhmen lieferten. Jetzt hat sich das freilich wesentlich gebessert: Sachsen allein gewann 1867 82700 ℔ = $2\frac{1}{2}$ Million Thaler. In Preußen stand besonders der „Seegen des Mansfelder Bergbau's im Ruf, wo bei Eisleben sich gediegen Silber sogar auf den Schuppen der Zechsteinfische niedergeschlagen hat; 1873 erbeutete der erweiterte Staat allein 231920 ℔ = $6\frac{3}{4}$ Mill. Thaler, also ansehnlich mehr, als man früher für ganz Europa nebst Sibirien annahm. In Norwegen blüht Kongsberg, was früher sehr heruntergekommen war, und jetzt zu den reichsten Fundorten gehört. In Rußland ist es besonders die Ausbeute bei Schlangenberg am Altai mit jährlich 1000 Pud. Auffallend arm ist Frankreich, dagegen bekam England 1868 in Cornwall und der Insel Man 841,000 Unzen, wozu dann noch etwa 100000 Mark aus dem Bleiglanz des Bergkalkes zu rechnen sind. Wenn man daher früher die ganze europäische Ausbeute nebst Sibirien nicht über 300,000 Mark schätzte, so darf man jetzt mindestens das Dreifache annehmen. Die Neue Welt liefert dagegen davon mehr als den zehnfachen Betrag. Vor allem

Mexiko, das 1803 allein 2,340,000 Mark gewann. Denn obgleich die Gruben seit 1584 Eigenthum des Entdeckers sind, so ist doch die Ausbeute wegen der Abgaben genau controlirt. Ein einziger Gang im Thonschiefer und Trachytporphyr, die Veta grande bei Zacatecas, lieferte jährlich 172,000 Mark, und doch sind die meist in Quarz eingesprengten Erze so fein vertheilt, daß der Silbergehalt im Durchschnitt nur $\frac{1}{666}$ beträgt, selten enthalten sie $\frac{1}{333}$, und bei $\frac{1}{1111}$ werden die Kosten nicht mehr gedeckt. Aber die Gänge halten gleichmäßig aus, was

allein die große Ausbeute erklärlich macht. 1841 wurden 74 Mill. Franken gemünzt, die besonders auf die Distrikte Zacatecas und Guanaxuato kommen. Peru liefert 600,000 Mark, die Gruben von Huantayaya, Pasco ꝛc. liegen 12,000′ über dem Meer, wohin Holz und alle Bedürfnisse nur auf dem Rücken der Saumthiere hingeschafft werden können. Pöppig (Reise Chil. Peru Amazonenst. II. 91) gibt uns ein vortreffliches Bild von der Unvollkommenheit dortiger Gewinnungsart: wie Maulwürfe wühlen die ärmlichen Bewohner in der Oberfläche herum, denn wenn man den kurzen Rasen wegnimmt, so hängen auf Flächen von ½ Quadratmeile überall Glaserz und Haarsilber an den Graswurzeln. Noch heute holen Eigenlöhner in der Argentinischen Republik aus 4500 Meter Höhe mit Maulthieren die edelsten Erze, um sie in ihren Lehmhütten mit Salz und Quecksilber zu Gute zu machen, Berg. Hütt.-Ztung. 1872. 2. Der Reichthum im Thonschiefer von Potosi ist sprüchwörtlich geworden, wo nach Acosta's Bericht ein Hirt eine 9′ hohe, 13′ breite, 102′ lange Erzmauer entdeckte, die über das Gebirge hinausragte. Helm hat daher wohl mit einiger Uebertreibung behauptet, daß bei gehöriger Ausbeutung der Cordillere das edle Metall so gemein als Kupfer sein würde. In Chili brechen in der Provinz Copiapo, welche 1850 gegen 335,000 Mark lieferte, die Silbergänge mit Hornerz hervor, darunter folgt erst das gediegene Silber, und tiefer die geschwefelten Erze. 1831 ruhte bei Chanarcillo ein Jäger auf einem Felsblock aus, der sich wie Käse schneiden ließ. Es war Hornerz! Humboldt hat ausgerechnet, daß das Silber der Neuen Welt in 300 Jahren eine Kugel von 63 Fuß Durchmesser gegeben habe; Mexico allein vermünzte von 1537—1853 2500 Millionen Dollar. Amerika überhaupt soll von 1492—1848 schon 1500 Millionen Pfund Sterling in Gold und Silber nach Europa versandt haben (Berg. Hütt. Zeit. 1876. 318). Wunderbar schön sind auch die Klumpen und Knollen gediegenen Silbers, welche an dem Kupfer am Lake Superior warzenartig haften und auffallender Weise sich ganz rein vom Kupfer ausschieden. Jetzt scheint Californien am Ostabhange der Sierra Nevada Peru und Chili noch zu übertreffen (Jahrb. 1861. 853). Die Erze liegen unter dem 40ten Breitegrade im Gebiete des Carsonflusses, und haben seit 1859 einen Strom von Auswanderern nach den Washoe-Minen gelockt. Anfangs wurden die reichen Stufen auf dem Rücken der Maulthiere über die Cordillere 320 miles weit geschafft und in Europa verhüttet (Preuß. Handelsarch. 14. Febr. 1862). Jetzt liegen sie in der Nähe der großen Eisenbahn; schon wird der Ertrag an Gold- und Silberbarren westlich vom Missuri auf 90 Millionen Dollar jährlich geschätzt, welchen man bei dem schwunghaften Betrieb noch in diesem Jahrhundert auf 150 Mill. zu erhöhen hofft; und daran liefert Nevada die Hälfte. Quarz bildet im „Comstock lode“ das wichtigste Ganggestein, worin neben gediegenem Gold und Silber, Glaserz, Bleiglanz, Blende, Kupfer- und Schwefelkies eingesprengt sind, als Seltenheit auch wohl Polybasit und Sternbergit ꝛc. Die Quarzmassen „sind durch Erdbeben so zersplittert,

daß man sie mit den Fingern theilen kann" (Cmpt. rend. 61. 967). Sie liegen zwischen Hornblendereichem Granit und verschiedenen Trachyten. Hr. v. Richthofen (Petermann's Mitth. 1864 Ergänzh.) erkannte darunter die Ungarischen „Propylite" wieder. Die Masse des Gebirges wird von dem Staatsgeologen Ch. King für metamorphosirte Juraformation gehalten, welche beim Durchbruch dieser tertiären Feuergesteine von Dämpfen und heißen Quellen mit den edlen Metallen angereichert sein sollen. Der Werth des Quarzes steigt für die Tonne auf 25—150 Dollar, derselbe streicht aber in V förmiger Gestalt 22,000′ weit fort, geht auf 1200′ hinab, und ist am Oberende 800′ dick. Nesterweis kommen Erzanhäufungen von 300—400, sogar 8000 Dollar per Tonne d. h. mit 20 p. C. Silber! Daher ist dann auch selbst der Straßendreck der neu erstandenen Stadt Virginia, welche mit den Abfällen beschottert wird, so silberreich, daß er öfter noch zu Gute gemacht werden kann. »The Great Basin« mit seinen Seen und Salzwüsten 4000′ über dem Meere wird nicht nur links von der Nevada und rechts von der Wahsatchkette im Felsengebirge plötzlich von mehr als 10,000′ hohen Bergzügen überragt, sondern auch die Wüste selbst ist von zahllosen Meridianketten mit grünen Wäldern durchschnitten, an deren Gehänge auf den verschiedensten Plätzen in Nevada, Oregon, Idaho, Colorado ꝛc. ähnlicher Reichthum sich zeigt. Wenn man nun bedenkt, daß gerade unter dem 40ten Breitengrade die Berglandschaft von Westen nach Osten über 1000 englische Meilen erreicht, so kann man sich vorstellen, was hier noch im unerforschten Schoße an Schätzen verborgen liegen mag. Besonders viel verspricht Gilpin Cty in Colorado zwischen den Geiserreichen Nationalparken am Ostrande gelegen, dort ist nicht bloß der goldreiche Schwefelkies in zahllosen Gängen von feldspathhaltigem Quarz eingesprengt, sondern bei Georgetown gehen auch besonders einträgliche Silberbergwerke um. Der International lode, ein 6′ mächtiger Bleiglanz, durch Rothgülden, gediegen Silber, Fahlerz ꝛc. angereichert, bricht in 12800′ Höhe hoch über der Baumgrenze hervor, die Erze sind fast stets gefroren, aber auch die Nährung der Bergleute kann Monate lang aufbewahrt werden, ohne zu verderben. Alles das wird in einem großen Prachtwerke vom Gouvernement von Washington (Report of the geological Exploration of the fortieth Parallel 1870 Vol. III) ausführlich dargestellt, und mit seltener Freigebigkeit an auswärtige Gelehrte verschenkt.

Faucher nahm den Gesammtwerth der Silberproduktion im Jahre 1851 auf 230 Mill. Franken an: Mexiko 133 Mill., Peru 25 Mill., Chili 22 Mill., Spanien 16 Mill., Neu-Granada 12 Mill., Ungarn 7 Mill., Böhmen und Sachsen 5 Mill., Rußland 5 Mill., und das übrige Europa 5 Mill. 1852 soll sich die Ausbeute auf 250 Mill. gesteigert haben, so daß im Jahre 1852 der Gold- und Silberwerth 850 Mill. betrug. Wenn man dagegen bedenkt, daß die 30 Milliarden, welche das spanische Amerika bis zum Anfange des 19ten Jahrhunderts nach Europa lieferte, schon heute fast gänzlich aus dem Umlauf verschwunden sind, so erklärte

das früher das Stationäre des Werthes hinlänglich. Jetzt steht die Sache freilich anders, wo Nevada allein eine größere Menge bietet, Deutschland und andere Staaten zur Goldwährung schreiten, und die Nachfrage in Indien sich sehr vermindert hat.

Der Werth des Silbers, welcher früher 24—25 fl. die feine Mark = 16 Loth betrug, das Zollpfund 30 Thaler, ist daher gesunken. Wegen seiner Weiße und großen Politurfähigkeit eignet es sich besonders zu Geräthschaften. Zu dem Ende legirt man es mit Kupfer, wodurch es härter und klingender wird. Es heißt das Löthigkeit. Ist die rauhe Mark 14löthig, wie die Kronenthaler, so hat sie 14 Loth Feinsilber und 2 Loth Kupfer; das zwölflöthige der preußischen Thaler 12 Loth Silber und 4 Loth Kupfer, diese Mischung wird hauptsächlich verarbeitet. Schon Newton fiel es auf, daß das Silber dabei so wenig von seiner Farbe verliere. Die frühern öſtreichischen Zwanzigkreuzerstücke sollten nicht viel über 9löthig sein, diese nehmen dann bedeutend Roth an, was aber durch Weißsieden im Wasser mit Weinstein und Kochsalz an neuen Münzen nicht sichtbar ist. Das specifische Gewicht fällt niedriger aus, als es nach der Rechnung sein sollte. Zur Prüfung bedient man sich der Probiernadeln: man macht einen Strich auf den Probierstein, und tröpfelt verdünnte Salzsäure darauf, welche das Kupfer und die unedlen Metalle nimmt, das Silber aber nicht angreift. Merkwürdig ist die Beobachtung, daß 0,0035 Eisen, 0,002 Kobalt und 0,0005 Nickel das Silber so hart machen, daß man es zu Messerklingen und Feilen benützen kann (Pogg. Ann. 88. 176).

3. Quecksilber.

Quicken oder Verquicken heißt der Bergmann das Amalgamiren, ὑδράργυρος, argentum vivum Plinius 33. 32, Mercure, Quicksilver.

Es haftet in kleinen zinnweißen Kugeln meist zwischen Zinnober auf dem Gestein. Kommt in den Carpathen mit Quellen heraus, und die Quarzgeoden der Californischen Zinnobergruben enthalten öfter mehrere Pfund. Dünne Schichten auf Wassertropfen scheinen blau durch mit einem Stich ins Violet. Gewicht 13,54. Bei — 32° R. erstarrt es zu einer wie Blei geschmeidigen Masse, die auf der Haut Brandblasen erregt. Es zieht sich dabei plötzlich zusammen und wiegt 15,6. Die Petersburger Akademiker machten am 25. December 1759 diese merkwürdige Entdeckung. Es soll dann in regulären Oktaedern krystallisiren. Bei 288° R. siedet und verdampft es stark. Von — 32° bis + 80° dehnt es sich vollkommen gleichförmig aus, $1^0 = \frac{1}{4440}$. Reines Quecksilber oxydirt sich nicht an der Luft, allein das verunreinigte bezieht sich mit einer grauen Haut. Von den mechanisch beigemengten Theilen wird es mittelst Pressen durch Leder gereinigt. Siedepunkt 360° C. nahe darunter wird es rothes Oxyd, darüber gibt es den Sauerstoff wieder ab, wie Pristley 1774 fand.

Amalgamation. Das Quecksilber löst gediegene Metalle, und

da es sich beim Ausglühen verflüchtigt, so bleibt das Metall zurück. Daher ist das Quecksilber für das Ausbringen von Gold und Silber von der höchsten Wichtigkeit. Der gewaschene Goldsand wird mit Quecksilber angequickt. Da das Silber meist vererzt vorkommt, so müssen die Erze mit Salz gemischt werden, damit sich Chlorsilber bilde, dieß geschieht in Amerika nach 2 Monaten an der Luft, in Europa durch Rösten in wenigen Stunden am Feuer. Wird die so beschickte Masse mit Eisen und Wasser behandelt, so bildet sich Chloreisen, Silber wird frei, und kann so vom Quecksilber aufgenommen werden. Zu Potosi wurden von 1570 bis 1830 7000 Mill. Gulden vermünzt, dabei gingen 280 Mill. Pfund Quecksilber im Werthe von 700 Mill. Gulden verloren, die im Schlamme des Pilcomayor liegen. Der Quecksilberverlust beträgt daselbst das anderthalbfache Gewicht des Silbers, 11mal mehr als früher auf dem jetzt eingegangenen Halsbrückner Werk bei Freiberg; zu Washoe sogar noch ein Drittel mehr! Becquerel (Compt. rend. Juin. 1854) schlug für die Zugutemachung ein elektrochemisches Verfahren vor.

Zinnober mit 86,2 Hg ist das einzig wichtige Quecksilbererz, denn Horn-, Jod- und Selenquecksilber sind nur Seltenheiten. Quecksilberfahlerz von Ungarn und Schwaz 15,6 Hg.

Almaden (früher 22,000 jetzt 6000 Ctr. jährlich liefernd) in der Sierra Morena, Provinz la Mancha, und Almadenejos (5000 Ctr.) sind die unerschöpflichen Quellen, wo schon 700 Jahre v. Ch. die Griechen ihr Minium (Plinius hist. nat. 33. 37) holten: es sind lagerartige Gänge, die 24′—50′ mächtig mit Zinnober erfüllt im Sand- und Thonschiefergebirge aufsetzen. Idria im Krainschen Kalkgebirge ein 2800′ langes und 280′ mächtiges gehobenes Lager der Kohlenformation. Eine Quelle soll gediegenes Quecksilber heraus gebracht haben, 1497 trieben schon die Venetianer dort Raubbau. Zu Kaiser Josephs Zeit 1786 lieferten sie an Spanien kontractmäßig jährlich 9000 Ctr. à 98 fl., gegenwärtig soll der Ertrag auf 3000 Ctr. herabgesunken sein. In manchen Bauen kann gediegenes Metall geschöpft werden. Seit einer Reihe von Jahren liefert auch Vallalta bei Agordo in den Venetianischen Alpen im rothen Sandstein 800 Ctr. (Ztschr. d. geol. Ges. 1864. 121). Die Rheinpfalz (Stahlberg und Landsberg bei Moschel) gab uns die besten Quecksilberstufen, der Bergbau schon seit 1410 im Betrieb, aber unzuverläßig. Die Gänge setzen im Kohlengebirge auf, selbst die Steinkohlen und die Fische im Schiefer sind mit Zinnober bedeckt. 1836 haben die Engländer die meisten Gruben an sich gebracht, der Ertrag war aber schon auf 130 Ctr. gesunken. Lange war nur noch der Botzberg bei Kusel mit 90 Ctr. im Betrieb (Epoch. d. Nat. 275). Gering der Ertrag von Horzewitz in Böhmen. Huanca Velica in Peru lieferte 1802 an 3300 Ctr. Auch in der Küstenkette von Californien bei St. José ist ein New-Almaden etablirt (Silliman's Amer. Journ. VIII. 270) mit einem 42′ mächtigen Zinnoberlager, ohne welches das dortige Gold gar nicht hätte gewonnen werden können. Dazu kamen dann weitere Gesellschaften New Idria und Redington, welche

1869 25,000 Ctr. = 34,000 Flaschen à $76\frac{1}{2}$ ℔ producirten. Spanien und Californien theilten sich daher in den Welthandel. Doch da Neualmaden schon wieder sehr nachläßt, und die westpacifischen Staaten ihren Bedarf zum Silberausbringen kaum decken können, so stieg der Preis von 60 Cts per Pfund schnell auf das Doppelte, und die Ausfuhr ließ nach, Berg. Hütt. Zeit. 1869. 298 und 1874. 89. Auffallend ist das Vorkommen von gediegenem Quecksilber in der Diluvialformation: am Tajo bei Lissabon, und neuerlich im Lehm von Sülbeck bei Lüneburg in bedeutenden Mengen (Hausmann Pogg. Ann. 92. 168). In den Cévennen (Hérault, Aveyron) fanden es die Bauern unter der Ackerkrume, Kinder spielten damit, und die Schaafe wurden vom Futter krank (Compt. rend. 82. 1418).

Amalgam nennt man vorzugsweise die Verbindung mit Quecksilber. Reguläre Krystalle fanden sich ausgezeichnet zu Moschel-Landsberg. Es herrscht daran meist das G r a n a t o e d e r, dessen Kanten das Leucitoeder a : a : $\frac{1}{2}$a gerade abstumpft. Oktaeder und Würfel untergeordnet. Gar nicht selten ist der Pyramidenwürfel a : $\frac{1}{3}$a : ∞a, am seltensten das Pyramidengranatoeder a : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{3}$a, die Kanten zwischen Granatoeder und Leucitoeder abstumpfend. Man findet oftmals alle diese 6 Körper an einem Krystall, den schon Hauy deßwegen Sextiforme nannte. Es kommen Granatoeder von fast 1 Zoll Größe vor. Ausgezeichnet sind auch die Bleche, welche wie Platinblech aussehen. Silberweiß, Härte 4, auffallender Weise spröde, erregt auf der Haut ein angenehm schlüpfriges Gefühl. Gewicht 14,1; die Masse muß sich daher stark verdichten, da das Silber nur 10,5, das Quecksilber 13,5 wiegt.

Vor dem Löthrohr entweicht das Quecksilber leicht, es bleibt ein Silberschwamm, der sofort zur Kugel schmilzt. Klaproth (Beitr. I. 182) fand 64 Hg und 36 Ag ungefähr der Formel $Ag\,Hg^2$ entsprechend. Mehr Silber kann das Quecksilber nicht aufnehmen, und dieß scheint eine feste Verbindung zu sein, die sich auch bei überschüssigem Quecksilber zuweilen erzeugen soll. Darunter nimmt das Quecksilber das Silber in allen Verhältnissen auf, es wird nur dickflüssiger. Auf der Amalgamationshütte zu Joachimsthal haben sich auch künstliche Krystalle ausgebildet (Leonhard's Jahrb. 1849. 317). Moschellandsberg, Almaden, Szlana in Ungarn.

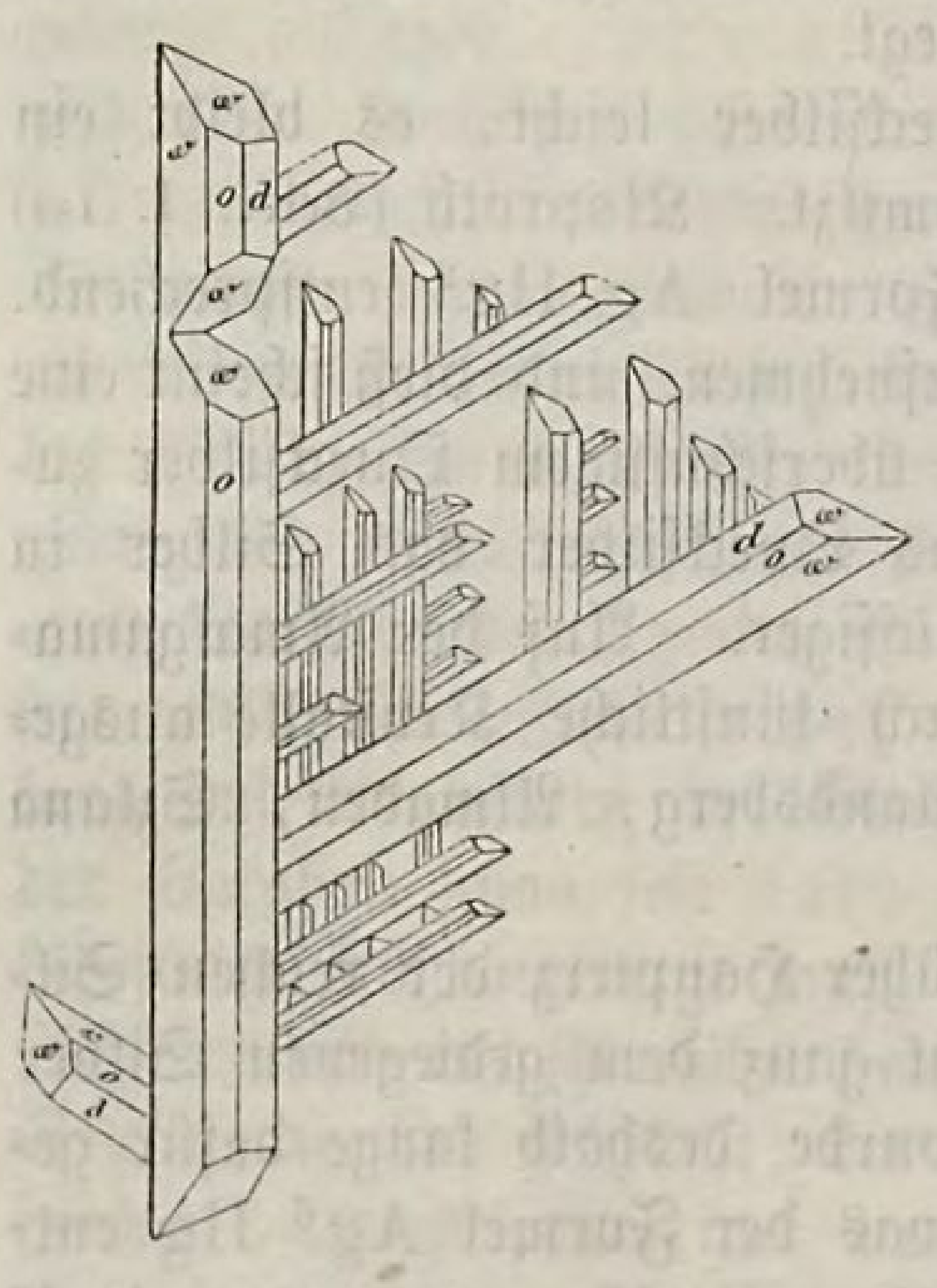
A r q u e r i t (Compt. rend. XIV. 567), früher Haupterz der reichen Silbergrube A r q u e r o s in Coquimbo, gleicht ganz dem gediegenen Silber in Form, Farbe und Geschmeidigkeit, wurde deshalb lange dafür gehalten, bis Domeyko 13,5 Hg nachwies, was der Formel $Ag^6\,Hg$ entspricht. Bei Kongsberg haben manche nur 5 p. C. Hg, was etwa $Ag^{18}\,Hg$ geben würde.

G o l d a m a l g a m kommt in kleinen zerdrückbaren Kugeln mit Columbischem Platin vor, und enthält 57,4 Hg, 38,4 Au, 5 Ag. Findet sich in Californien fast in allen Districten im flüssigen Zustande (Zeitschrift deutsch. geol. Ges. IV. 712).

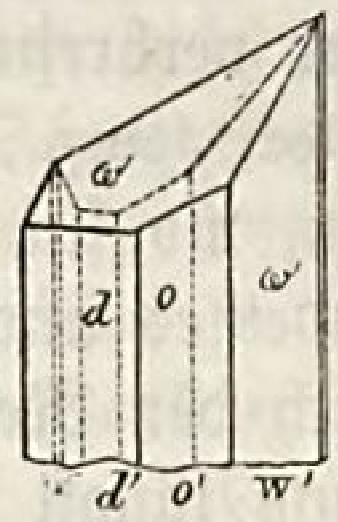
4. Kupfer.

Aes cyprium, das Cyprische Erz Plinius 34, nach der Insel Cypern, wo es schon die Phönicier herholten. Zu Tamassus (Strabo 14. 6) und Chalcis auf Euböa hatte es zu Alexanders Zeiten reiche Minen. Thubalkain schmiedet Kupfer (Nechoschet) und Eisen 1 Mos. 4, 22 (Meteoreisen?). Beim Orte Mekka auf der Halbinsel Sinai sollen die Erbauer der Pyramide Gizeh im 3ten Jahrtausend vor Christus schon Kupfer abgebaut haben. *Χαλκός*, bei Agricola 643 schlechthin aes genannt. Cuivre, Copper. Altdeutsch Kuphar.

Regulär wie Gold und Silber in Oktaedern, Würfeln und Granatoedern. Am Lake Superior kommen die prachtvollsten Granatoeder von mehr als Zoll Durchmesser vor, sie übertreffen alles, was man bisher von Formen aus den reichen Kupfergruben von Cornwallis und am Ural kannte. Besonders groß ist die Neigung zu Zwillingen. G. Rose beschreibt von Nischne-Tagilsk den einfachen Zwilling des Leucitoeders a : a : $\frac{1}{3}$a wie beim Silber von Kongsberg und Elektrum von Vöröspatak. Aber vor allen berühmt wurden durch Pallas (Reise 2. 144) die schönen Krystalle der Turjinschen Gruben bei Bogoslowsk am nördlichen Ural, die G. Rose so trefflich beschrieben hat (Reis. Ural. I. 401). Sie liegen im Kalkspath, der durch reine Salzsäure aufgelöst werden kann. Ein Würfel w pflegt daran wenigstens auf einer Seite vorzuherrschen, Oktaeder o und Granatoeder d stumpfen Ecken und Kanten sehr ungleich ab, und hin und wieder sieht man zwischen Granatoeder und Würfel noch eine



Pyramidenwürfelfläche, die Rose als a : $\frac{2}{5}$a : ∞a bestimmt, parallel der Würfelkante gestreift spiegelt sie nicht scharf, und sie könnte daher wohl mit den gewöhnlichen beim Gold und Silber bekannten a : $\frac{1}{2}$a : ∞a übereinstimmen. Schrauf (Jahrb. 1872. 536) fand am Kupfer von Wallaroo in Südaustralien Pyritoeder d. h. Hälftflächner vom gewöhnlichen Pyramidenwürfel a : 2a : ∞a. Häufig bilden sie Zwillinge, und solche Zwillinge lagern sich in den schönsten **dendritischen** Formen an einander, sie werden dabei zwar sehr verzogen, allein sämmtliche Arme schneiden sich unter 60°, wie bei Schneesternen. Sie müssen daher drei Granatoederflächen mit einander gemein haben, denn Granatoeder kann man in sechsseitigen Sternen an einander reihen, wie die Bienenwaben zeigen. Der ganze Stern bildet also im Grunde genommen ein einziges Zwillingsindividuum, die allen gemeinsame Ebene ist die Oktaederfläche, zugleich die Fläche



des Sterns, in welcher die Individuen sich gegenseitig um 60° verdrehen. Die Arme des Sternes gehen daher den Oktaederkanten parallel, und in der Zone der Oktaederkante liegen w o d (Würfel, Oktaeder, Granatoeder); d läßt sich stets durch die rechten Winkel erkennen, unter welchen sich die Kanten d/o und d/w mit einander schneiden. Schwieriger ist der Beweis, daß es Zwillinge seien: allein man sieht es schon an den Hauptstrahlen, die sich gewöhnlich in schmalen Lamellen erheben. Wenn die Lamellenfläche oberhalb der Sternfläche w ist, so ist sie auch unterhalb w', w/w' bilden aber keinen rechten Winkel, sondern den Oktaederwinkel 109° 28', das kann nur Zwilling sein. Oder wenn man die äußern Endspitzen der Sternarme genau untersucht, so findet man öfter einspringende Winkel von 109° 28', unter welchen sich die Würfelflächen w/w' des Zwillings schneiden. Oft erscheint aber auch ein 2gliedriges Oktaeder ww w'w' mit Endkantenwinkel w/w = 90° und w/w' = 109° 28', was man sogar mit dem Anlegegoniometer messen kann. Das ist der Würfelzwilling in zweigliedriger Stellung, woran durch Vergrößerung der Flächen die einspringenden Winkel verschwanden. Es kommen Stücke vor, woran die Unterseite des Sterns ein einfacher vielzerhackter Würfel ist, während die Oberseite sich sternförmig gruppirt. Zu Corocoro in Peru gibt es auch Afterkrystalle scheinbar nach Aragonit (Pogg. Ann. 104. 332), sogar von Holztextur.

Zahn-, draht-, haarförmige Gestalten, Bleche und Platten, ganz wie beim Silber. Kupferroth und Metallglanz, aber meist angelaufen durch Kupferoxydul und Kupferoxyd. Dünne Blättchen scheinen wie Gold grün durch. Härte 3, an Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit das Eisen übertreffend, daher mit hackigem Bruch, körnig, gehämmert aber sehnig werdend. Gew. 8,58, bearbeitetes Kupfer 8,89. Nach Berzelius gegossenes 8,83, gewalztes 8,95. Bester Leiter der Elektricität, daher Kupferdraht früher für Telegraphen wichtig, aber das Kupfer muß rein sein. Jetzt nimmt man dazu Eisen.

Schmelzbarkeit 3, es verflüchtigt sich in gutem Löthrohrfeuer mit grüner Flamme. Größere Kupfermassen spratzen vor dem Erstarren: es bildet sich ein feiner Kupferregen, der kleine Körner mit großer Gewalt umherstreut (Spritzkupfer). Fremde Metalle und Kupferoxydul verhindern das. Die geschmolzene Kugel überzieht sich beim Erkalten mit Kupferoxyd, im schwächern Feuer mit Kupferoxydul. Kupferspäne erglühen in Schwefeldämpfen. Salpetersäure wirkt schon kalt auf Kupfer, es bildet sich eine himmelblaue Flüssigkeit von $Cu\,O\,N\,O^5$. Auch schwächere organische Säuren z. B. Essigsäure wirken, wenn Luft hinzu kann, unter Bildung von Grünspan. Man darf daher saure Speisen in blanken Kupfergefäßen kochen, weil der Dampf die Luft nicht zutreten läßt, nur nicht kalt werden lassen. Kupfer lange feuchter Luft ausgesetzt, oder in die Erde verscharrt bedeckt sich mit einem spangrünen Ueberzug von Malachit ($\dot{C}u^2\,\ddot{C}\,\dot{H}$), der durch Alter gleichförmiger und dichter wird. Es

ist der edle Rost (aerugo nobilis), welcher die Aechtheit alter eherner Waffen beweist. Wasserfreie Salze farblos, wasserhaltige blau und grün.

Gediegenes Kupfer ist meist nur wenig verunreinigt. Nicht nur verbreitet in der Asche der Pflanzen, selbst im Blute des Menschen (Ulex, Journ. pract. Chem. 94. 376), und namentlich in Leber und Nieren, wo sich alle mineralischen Gifte abzuscheiden pflegen, sondern man findet es auch in viele Centner schweren Massen, und nimmt man dazu noch den Reichthum an Kupfererzen, so wird es erklärlich, wie man schon längst in Europa (den Ural miteingerechnet) allein jährlich über 500,000 Ctr. gewann. Dabei ist es nächst Eisen das passendste Metall für schneidende Geräthschaften: es erscheint in der Kulturgeschichte als der Vorläufer des Eisens. Die Bibel erwähnt schon dritthalbtausend Jahr vor Christi Geburt kupferner Gefässe. Die Phönicier machten aus Legirungen mit Zinn Schneideinstrumente, die Trojanischen Helden kämpften mit ehernen Waffen, die Sabiner hatten kupferne Messer, und auch in unsern Celtengräbern findet man allerlei Kupfergeräthschaften. Aber noch im 10ten Jahrhundert konnte man für 7 Kupferpfennige (reichlich 2 Kreuzer Werth) 60 ℔ Waizen kaufen, und die Maurer am Straßburger Münster begnügten sich mit $1\frac{1}{2}$—2 Pfennige Tagelohn.

England hat in Cornwallis einen ungeheuren Schatz an Kupfererzen aller Art in Gängen der Granite und Thonschiefer, wobei auch gediegenes Kupfer nicht fehlt; 1873 schmolz es aus 80,000 Tonnen Erz 10,000 Kupfer. Außerdem führt es noch Erze aus fremden Welttheilen ein (Chili, Bolivia, Cuba, Spanien &c.), um sie mittelst Steinkohlen zu verhütten: in Südwallis zwischen Swansea und Neath liegen über 20 Kupferhütten. Jährlicher Ertrag 300,000 Ctr. Das Hamburger Elbkupferwerk verhüttete Erze aus Chili, Australien, Nassau, Hessen mit englischen Kohlen, 25,000 Ctr.

Der Mansfeldische Kupferbergbau, seit Jahrhunderten (1196) blühend, zieht seine Erze aus dem 8—16 Zoll mächtigen Flöze bituminösen Mergelschiefers der Zechsteinformation aus niedrigen Bauen von 22″ bis 28″ Strebhöhe. Das Kupfer ist daselbst meist an Schwefel gebunden, aber dabei Silberreich. Carnall (Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem Preußischen Staate 1853. I. pag. 106) berechnete die Kupferplatte in dem ganzen Lager auf 0,3‴ Dicke, und doch gewann man 1852 gegen 27,000 Ctr. Garkupfer und 31,800 Mark Silber. Seit 1863 ist die Gewerkeschaft frei, und vermehrte allmählig den Betrieb bedeutend (Berg. Hütt, Ztg. 1870. 169): 1872 wurden 109,500 Ctr. Kupfer und 45,800 ℔ Silber aus 473 Millionen Ctr. Schiefer gewonnen. Die Extractionsmethoden des Silbers beruhen auf Erzeugung von Chlorsilber, welches sich in concentrirter kochender Soole löst, und beim Erkalten als Doppelsalz ausscheidet; oder es wird durch vorsichtiges Rösten der Schwefelmetalle $\dot{A}g\,\dddot{S}$ neben Kupfer- und Eisenvitriol dargestellt. Die Vitriole werden wegen ihres Wassergehaltes bei gelindem Erhitzen schon zersetzt,

während Silbersulfat noch erhalten bleibt, und durch Wasser ausgezogen werden kann.

In Deutschland ist sonst gediegen Kupfer nicht häufig, es kam zu Virneberg bei Rheinbreitenbach auf Gängen in Grauwacke mit dem bekannten haarförmigen Rothkupfererz vor, auch auf dem Schwarzwalde bei Rippoldsau fand es sich ein Mal. Die Kupferklippen ¼ Stunde nördlich Helgoland (Gilberts Ann. 70. 135) liefern größere Geschiebe, freilich durch Oxydul angefressen. Besonders hervorzuheben ist das Vorkommen im Prehnit des Mandelsteins von Reichenbach, ähnlich auf den Faröer Inseln mit Chabasit. Plattig im rothen Mandelstein von Zwickau, auch die Grünerde der Mandeln pflegt etwas Kupfer zu halten.

Am Ural kommt das gediegene Kupfer mit Malachit in großen Nestern im Thon vor, schon Pallas erwähnt von der Turja Massen von 4000 ℔. Die Demidov'schen Gruben von Nischne Tagilsk lieferten 1849 allein 170,000 Pud. Blöcke von 16 Ctr. haben die Kalkspathgänge der Kirgisensteppe geliefert, und das russische Bergcorps bewahrt ein Stück von 52½ Pud. Nördlich von Bogoslowsk kommt es im Trapp vor, wie auf der Bären-Insel und den Kurilischen Inseln, wo es als Geschiebe am Strande aufgelesen wird. Schon längst erhielten die Kupfer-Indianer am Kupferminenfluß in Nordamerika ihren Namen von dem Metall, was sie auf der Oberfläche auflasen, und nach Quebeck auf den Markt brachten. Die alten Bewohner des Mississippithales haben dasselbe schon kalt gehämmert, wie das anhängende Silber beweist. Obwohl der Kupferblock auf dem westlichen Ufer des Ontonagon von 11 Cubikfuß Inhalt (Gilbert's Ann. 70. 342) längst bekannt war, so wurde doch die rechte Fundstelle erst 1845 von einem Häuptling verrathen (Berg. Hütt. Ztg. 1873. 247), und nun entwickelte sich am Vorgebirge Keweenaw auf gediegen Kupfer ein Bergbau, der alles übertrifft, was man bislang erfahren hat (Silliman Amer. Journ. X. 65). Das reine Metall, an welchem öfter Klumpen von gediegenem Silber hängen, kommt wie auf Nova Scotia und bei Reichenbach mit Prehnit im Mandelsteingebirge vor, das mit Potsdamsandstein wechsellagert; Platten bis 3' dick setzen gediegen in die Tiefe. Die unbedeutendsten Anzeichen von Prehnit auf der Oberfläche führen innen zu gewaltigen Ellipsoiden, die an einem Stück gediegene Massen von 80 Tonnen (160,000 ℔) des feinsten Metalles liefern! Conglomerate, ähnlich unserm Todtliegenden, sind durch Kupfer cementirt und liefern gestampft 20—50 p. C. Kupfer, ein Stück 45' lang, 22' breit und 8' dick, wog 420 Tonnen. Stücke von 15,000 Ctr., ja 20,000 Ctr. (Jahrb. 1869 tab. 1) sind im Kalkspath gefunden worden. Die überspanntesten Erwartungen der Bergleute und Geologen wurden durch die Cliff Mine am Keweenowpoint 1 Stunde vom Seeufer in der Tiefe weit übertroffen. 1871 gewann man 257,000 Ctr., und davon kann vieles gleich roh versandt werden. Solche gediegenen Massen zu gewinnen, macht Schwierigkeit: man muß soviel als möglich ihre Oberfläche blos legen, und wenn sie nicht mit Hebeln zu bewältigen sind lossprengen, der Block von

200 Ton's bedurfte einer Charge von 21 Pulverfäßchen (Berg. Hütt. Zt. 1876. 253). Und wie kam dieser Reichthum in den Mandelstein? Man hat kaum eine andere Antwort, als durch Galvanische Prozesse oder durch Desoxydation des Cu El mittelst Wasserstoff. Da ist der Kupferblock von Cochoeira (Provinz Serro do Frio) 2616 ℔ in der Sammlung zu Ajuda bei Lissabon, nur noch ein kleines Stück.

Neuerlich spricht man auch von Kupferbergen im Zechstein von Texas, die alles Bekannte übertreffen sollen. Außerordentlich reich ist Chili in der Wüste Atacama, und im Handel berühmt die Barilla de Cobre, im Sandstein zu Corocoro in Bolovia. Daher konnte Chili 1873 850,000 Ctr. Kupfer erzeugen.

Auch Neuholland droht uns mit seiner Ausbeute zu überschütten, 1845 zog die Bergwerksgesellschaft Adelaide mit einem Kupferblock von 24 Ctr. ein, und schon wird die jährliche Masse auf 200,000 Ctr. taxirt. Besonders geschätzt ist das Japanische schön roth angelaufene Kupfer, soll wegen eines kleinen Goldgehalts streckbarer sein. Auch von Yünnan wird auf dem Hsi Chiang viel Kupfer nach Kanton geführt.

Cementkupfer wird aus den Kupfervitriolhaltigen Grubenwassern gewonnen, indem man alt Eisen hineinwirft, wodurch sich Kupfer vermöge der Wahlverwandtschaft niederschlägt. Dieser Niederschlag ist öfter krystallinisch: Rammelsberg bei Goslar, Falun in Schweden, Neusohl in Ungarn ꝛc. Die Vitriole erzeugen sich besonders durch das Feuersetzen in den Gruben.

Der Werth von 1 Ctr. Kupfer wird etwa auf $2\frac{3}{4}$ Loth Gold oder $2\frac{1}{2}$ Mark (35 Rthlr.) Silber gesetzt. Das Chilenische Kupfer und die Gußstahl-Kanonen hatten die Preise eine Zeitlang sehr gedrückt. Allein die Verwerthung zu Patronenhülsen, die jährlich 150,000 Ctr. verschlingen, hoben die Preise wieder, das Pfund auf eine Reichsmark. Rom hatte Anfangs Kupfergeld, und gieng dann durch die Silber- zur Goldwährung über. Im Technischen hängt viel von der Beschaffenheit ab; das Uralische soll nächst dem Mansfeldischen das beste sein. Im Großen dient es besonders zum Beschlagen der hölzernen Schiffe, die sonst sehr von Seethieren (Teredo navalis) zerstört würden. Da nun Seewasser Kupfer leicht angreift, so fand Davy das sinnreiche Mittel, es durch eiserne Nägel galvanisch zu schützen. Wenn man Silberdraht in Kupfervitriollösung bringt, so geschieht nichts, verbindet man aber Zink damit, so überzieht sich das Silber mit Kupfer. Jakobi zeigte 1840, daß ein solcher Kupferniederschlag genau die Unterlage kopirt (Galvanoplastik). Senft (Synopsis pag. 300) bildet einen Apparat ab, worin man schöne Krystalle erzeugen kann.

Messing = 25 Cu + 75 Zink (Aurichalcum, Gelbkupfer), messinggelb, zwar weniger dehnbar, aber desto leichter schmelzbar, läßt sich also besser in Formen gießen, nimmt stärkere Politur an, und rostet weniger. Physikalische und Astronomische Instrumente, Dampfmaschinen ꝛc. Weniger Zink gibt Tombak d. h. goldgelbe Leguren, z. B. das Mann-

heimer Gold ist 4 Cu + 1 Zn, das Blattgold ꝛc. Die größere Härte kommt vom Zink (Pogg. Ann. 108. 578). Unter 50 p. C. Zink macht es spröde. Besonders werthvoll sind die Aluminiumbronzen, die bei 5—10 p. C. Alumium eine goldähnliche Farbe haben, und in Paris verarbeitet werden. Schon 1 p. C. macht das Kupfer zäher und widerstandsfähiger.

Bronze, wahrscheinlich von den Etruskern nach Deutschland gebracht, ist die seit alter Zeit berühmte Composition von 9 Cu + 1 Sn, die wegen ihrer bedeutenden Härte eine Zeit lang das Eisen ersetzte. Ihre Zähigkeit empfiehlt sie zu Kanonen, und das Klangvolle zu Glocken: die Kaiserglocke aus französischem Kanonengut wiegt 500 Ctr. Das Glockenmetall 4 Cu + 1 Sn hat umgekehrt wie Stahl die Eigenschaft, beim Ablöschen im Wasser zu erweichen, wodurch man den Cymbeln das Uebermaß von Sprödigkeit nimmt. Beisatz von Zink soll auf Römischen, Blei auf Griechischen, und Nickel auf Celtischen Ursprung deuten. Schon Klaproth VI. 21 analysirt eine Menge hierher gehöriger Münzen. Goldgelb ist 10 Cu + 1 Sn; ein Zusatz von 0,76 Phosphor erzeugt die Phosphorbronce von der Farbe des rothcaratirten Goldes, die sehr dünnflüssig an Elasticität und Festigkeit die gewöhnliche Bronze weit übertrifft, sich besonders zu Drahtseilen eignet, welche 7fach größere Dauer als Stahlseile haben sollen. Von den antiken „ehernen Waffen“ gab Klaproth VI. 76 Analysen, wir finden sie unter den Geräthen unserer Pfahlbauern, da sie sich im Wasser und Torf vortrefflich erhalten. Ueber den Luxus mit Statuen füllt Plinius ein ganzes Buch: Juppiter auf dem Marsfelde war 60′ hoch, der Koloß auf Rhodus 105′. Dagegen erscheinen die Bavaria 17 m in München, und Arminius 17,26 m auf dem Teutoburger Walde bei Detmold noch klein.

Weißkupfer eine Legirung von Arsenikkupfer, wenn man es unter einer Decke von Kochsalz zusammenschmilzt, wurde früher zu Schuhschnallen, Pferdegeschirr ꝛc. verwendet: Agricola (de nat. foss. I. 572) nannte es aes candidum, quod Virgilius album orichalcum nominat. Auch Nickel, Titan, Mangan ꝛc. gehen nützliche Legirungen ein, von Silber, Gold, Quecksilber nicht zu reden.

Kupfererze liefern bei Weitem das meiste Metall. Vor allem die Schwefelverbindungen des Kupferkieses 34,4 Cu, Buntkupfererzes 55 Cu, Kupferglases 80 Cu und was sich daran anschließt. Dann folgen die verschiedenen Fahlerze, die bis 40 p. C. Kupfer haben. Selen- und Arsenkupfer sind nur Seltenheiten. Das oxydirte Kupfer besonders Rothkupfererz 88,7 Cu und die Salinischen Kupfererze Malachit, Kupferlasur stehen bergmännisch auf zweiter Linie, obgleich die Erze besser sind. Phosphor- und Arseniksaure Verbindungen erscheinen selten in Menge. Dioptas, Kupfervitriol. Nicht zu übersehen ist auch das Kupfer in Quellen, im Boden, im Meteoreisen ꝛc. (Pogg. Ann. 69. 557).

5. Platin.

Hat von dem Spanischen Wort platinja (silberähnlich) seinen Namen bekommen. Platinum englisch. Schon J. C. Scaliger († 1558) erwähnt von Darien eines weißen Metalls, was durch keine spanischen Künste geschmolzen werden könne. Ulloa, Mitglied der berühmten Gradmessung am Aequator 1735, brachte es aus den Goldwäschen am Fluß Pinto in Choco bei Popayan mit, beschreibt es aber als einen so harten Körper, der selbst auf dem Ambos nicht zerschlagen werden könne (Voyage hist. de l'Amerique 1752. I. 375). Gleichzeitig bekam Wood 1741 etwas von Jamaica (Philos. Transact. 1750. 584). Der Schwede Scheffer erkannte es 1752 als ein eigenes Metall (Weißgold), während Buffon es als Gemisch von Eisen und Gold betrachtete. Da das natürliche sehr unrein ist, so wollte das Hausmann Polyxen nennen. Berzelius Pogg. Ann. 13. 435 und 527, Claus Beiträge zur Chemie der Platinmetalle. 1854. Kopp Geschichte der Chemie. Bd. 4. Amtl. Ber. Wiener Ausstellung 1873. 993.

Bei dem Uralischen kommen kleine Würfel vor (Pogg. Ann. 8. 502), besonders wenn die Stücke in Chromeisenstein eingesprengt sind; Ebelmen erhielt zufällig künstlich ausgezeichnete Oktaeder mit Würfelflächen (Compt. rend. XXXII. 712), Gew. 21,5 (Cmpt. rend. 81. 842). Farbe mehr stahlgrau als silberweiß, und daher unansehnlich, namentlich fehlt auch der Glanz. Härte 5—6, seine Dehnbarkeit gibt der des Goldes nur wenig nach. Iridium soll die Härte vermehren, aber die Dehnbarkeit mindern. Das Gewicht des rohen Platins bleibt gewöhnlich unter dem des Goldes 17,5—18, nur verarbeitet geht es darüber hinaus 21—21,7. Ein kleiner Theil des Platins ist magnetisch, sogar attractorisch, denn es bleibt am unmagnetischen Federmesser hängen, und zieht aus dem Waschgolde noch Magneteisenkörner, wo das Blagodater Magneteisen nicht mehr wirkt; nach Kokscharow (Mater. V. 180) ist das Eisenplatin. Wenn man den Platinsand von Nischne-Tagilsk mit Salzsäure wäscht, so bekommt man ungefähr 80 p.C. weiße Körner, 15 graue und 5 schwarze. Letztere zerfallen beim Zerschlagen zu schwarzem Pulver, und sind die eisenreichsten, Kokscharow Mater. V. 184.

Vor dem Löthrohr unschmelzbar, doch konnte es Plattner in feinsten Drähten schmelzen; dagegen schweißbar wie Eisen, so daß es in der Weißglühhitze sich kneten läßt. Deville (Ann. Chim. Phys. 1861. LXI. 98) lehrte es mit Leuchtgas und Sauerstoff in Tiegeln von gebranntem Kalk schmelzen; Kalk ist ein schlechter Wärmeleiter, erzeugt leicht flüssige Schlacken, die sich in den Tiegel hineinziehen. Das flüssige Platin spratzt dann wie Silber. Mit Bleiglanz zusammengeschmolzen kann es gereinigt werden, weil Osmiridium gegen Blei indifferent ist. Wie das Gold im Königswasser löslich, doch bleibt ein Rückstand vorzugsweis von Osmiridium. Aetzende Alkalien greifen Platin an, sie müssen daher in Silbertiegeln erhitzt werden. Legirungen mit Silber sind sogar schon in Salpetersäure löslich. Die gelbliche Lösung von $Pt\,Cl^2$ gibt mit $\dot{K}a\,\ddot{C}$ einen

gelben im Ueberschuß unlöslichen Niederschlag von Kaliumplatinchlorid, Ka Pt Gl³; ebenso Ammoniak das bekannte Ammoniumplatinchlorid, was sich zu Xacala in Mexico als ein grünes Mineral mit Wachsglanz im verwitterten Schwefelkies gefunden hat, Jahrb. 1874. 595. Erhitzt man dieses, so kommt Platinschwamm, der in starkem Feuer gepreßt und geschweißt werden kann (Wollaston Pogg. Ann. 16. 158). Früher schmolz man das Platin mit Arsenik zusammen, was leicht geschieht, und verschaffte sich dann durch Rösten den Platinschwamm.

Verunreinigt ist das rohe Platin meist durch Eisen, nach Berzelius bis 13 p. C. gehend. Doch kann man daraus den Magnetismus einiger Stücke nicht immer ableiten, weil es auch nichtmagnetische mit 11,04 Fe gibt. Die eisenreichen sind leichter, gehen bis 14 Gew. herab, und Breithaupt nannte sie Eisenplatin. Sie sollen sich nur im Chromeisen finden, und könnten der Formel Fe Pt² entsprechen, Jahrb. 1874. 684. Osann (Pogg. Ann. 11. 318) fand sogar magnetische Körner, die 86,3 Eisen und 8,1 Platin hatten. Der Iridiumgehalt geht bis 4,97 p. C. Rhodium 3,46, Palladium 1,66, Osmium 1,03. Spuren von Kupfer fehlen nicht, die bei dem Magnetischen sogar auf 5,2 p. C. Cu steigen. Silber und Gold ist ihm mehr fremd, ob es gleich mit letzterem zusammen vorkommt. Dagegen hat Claus in den Rückständen ein neues Metall Ruthenium (Pogg. Ann. 64. 192 und 65. 220) entdeckt, dessen Oxyd R̈u wie Zinnstein krystallisirt, und alle Eigenschaften eines Edelsteins hat. Platin von Borneo enthält nach Bleekrode 71,9 Pt, 7,9 Jr ꝛc.; von Choco 86,2 Pt, 7,8 Fe ꝛc.; von Californien 57,7 Pt, 27,6 Osmiridium, 7 Fe, 2,4 Rh ꝛc.

Platin scheint verbreiteter, als man lange vermuthete, denn Pettenkofer hat im Scheidegolde der Kronenthaler 0,2 p. C. nachgewiesen, also etwa $\frac{1}{1000000}$ im Silber (Pogg. Ann. 74. 316). Vauquelin (Gilbert's Ann. 24. 406) fand es im Graugültigerz von Guadalcanal. Die Brauneisensteine im Dep. Charente enthalten $\frac{1}{100000}$ (Pogg. Ann. 31. 590), im Golde von Tilkerode auf dem Unterharz, in Erzen und Gesteinen der Alpen, in den Goldseifen von Ohlapian. Roh kommt es in Geschieben mit unregelmäßigen Eindrücken in den Platinseifen vor. Zuerst wurden die Spanier in den Goldwäschen von Choco und Barbacoas an der Columbischen Westküste bei Popayan damit bekannt, allein es wurde öffentlich vernichtet, weil die Regierung eine Entwerthung des Goldes dadurch befürchtete. Auf dem rechten Gehänge des Rio Cauca scheint es sogar auf Gängen im Grünstein mit Gold zu brechen (Pogg. Ann. 7. 523). Die Seifengebirge nehmen etwa eine Fläche von 350 Quadratmeilen ein, Gold, Magneteisen und Zirkon die Begleiter. 1800 erhielt Humboldt ein Zoll großes Geschiebe, das damals größte Stück, aus den Seifenwerken von Taddo 1088,8 Gran (gegen 4 Loth) schwer. Von 18,94 specifischem Gewicht mit blank geschliffener Oberfläche ist es noch heute eines der schönsten Stücke des Berliner Museums. 20 Jahre später erhielten die Spanier ein Stück von 40 Loth. Es kam weiter im Sande

des Jakiflusses auf der Ostseite von St. Domingo und in sehr schwammigen Stücken in den Brasilianischen Goldgruben vor. Am Trinityfluß in Oregon wird es von Gold und Diamanten begleitet. 1808 fing man in Paris an, chemische Geräthschaften daraus zu machen (Schwefelsäurefabriken bedurften großer Kessel), doch betrug die ganze Amerikanische Ausbeute nicht viel über 8 Ctr. jährlich. Platin im Goldsande von Nordcarolina, Californien. Erst 1822 fanden sich Stücke in den Goldwäschen des Ural, und als man 1825 auf den Hütten von Nischne-Tagilsk (15 Meilen nördlich Katharinenburg) nach Goldsand suchte, fand sich statt dessen Platin auf Europäischer Uralseite. Dieß ist noch heute die Hauptfundstätte am Ural, obgleich es in allen Goldwäschen in geringer Menge vorkommt. Der geringe Goldgehalt der Platinwäsche fällt auf. Man gewann früher jährlich 6 bis 7000 Mark, und in den ersten 10 Jahren von 1824—1834 etwa 230 Ctr.; das größte Stück von mehr als 20 ℔ ($23\frac{1}{2}$ russ. Pogg. Ann. 33. 101) wurde 1843 gefunden. Sie haben an ihrer Oberfläche schwarze Eindrücke von Chromeisenstein (Irit), zuweilen sogar Serpentin, und da der reichste Sand am Ausgange der Serpentinthäler mit Serpentingeschieben und Chromeisenstand sich abgelagert hat, so ist Serpentin wohl ohne Zweifel das Muttergestein, worin neuerlich auch Olivin und Sahlit (Jahrb. 1875. 895) erkannt wurde. Fein eingesprengt kommt es auch im Dioritporphyr von Laja vor (Pogg. Ann. 20. 532), Helmersen fand auch Körner im Goldquarz von Beresowsk. Bis 1850 sind 2050 Pud (683 Ctr.) gewonnen, als aber 1845 die Russische Krone die Annahme des rohen Platins zur Vermünzung verweigerte, ist der Waschbetrieb fast ganz eingestellt. Die Münze war zu hoch taxirt und wurde beim Sinken des Platinwerthes im Auslande nachgemacht: die Regierung mußte sie aus der Circulation zurückziehen; Folge davon war Entwerthung und flauer Betrieb, doch sind 1871 schon wieder 125 Pud gewonnen. Im Goldsande von Ava (Pogg. Ann. 31. 381). In den durch Chinesen bearbeiteten Diamant- und Goldwäschen von Borneo (Pogg. Ann. 55. 526) sollen jährlich 625 ℔ Platin weggeworfen werden. Rohes Platin ist etwa dreimal theurer als Silber, gereinigtes aber 8mal, so daß etwa

Silber : Platin : Gold = 1 : 8 : 15

sich im Werth verhält. Da man jedoch jetzt 1 Gramm Platindraht um 1 Franken kauft, so ist es gewöhnlich noch billiger. Die Schmucksachen sind wieder abgekommen, aber zu chemischen Geräthschaften ist es unersetzlich. Es dient zum Platiniren von Metallen, Porzellan, Glas ꝛc., welche dadurch einen ausgezeichneten Glanz bekommen. Auch Legirungen könnten von Wichtigkeit sein, $1\frac{1}{2}$ p.C. Platin soll Stahl sehr veredeln, $\frac{1}{1000}$ Silicium dagegen Platin schon brüchig machen; 16 Kupfer mit 7 Platin und 1 Zink gleicht dem Golde; Legirungen mit Silber finden namentlich auch in der Zahntechnik statt Palladium Anwendung ꝛc. Platinrückstände kommen im Handel vor.

6. Palladium.

Nach dem kleinen Planeten Pallas benannt. Das Metall entdeckte Wollaston 1803 im rohen Platin von Choco, was 1,66 p. C. enthält. Dann fand er es gediegen in excentrisch fasrigen Stückchen im Goldsande Brasiliens zu Cornego dos Lagens (Philos. Transact. 1809. 192). Es soll daselbst regulär krystallisiren. Dagegen liegen auf den Goldblättchen in Trümmern von Bitterspath des Grünsteins von Tilkerode kleine mikroskopische Krystalle, die G. Rose (Pogg. Ann. 55. 300) für 6gliedrig hielt, wie das Osmiridium. Darnach wäre Palladium dimorph. Das Metall hat die Farbe des Platin, Härte = 5, aber nur 11,3 und geschmiedet 11,8 Gewicht. Fast eben so streng flüssig als Platin, läßt sich aber leichter schweißen. Wird schon von Salpetersäure zu einer braunrothen Flüssigkeit, Salpetersaures Palladoxydul, aufgelöst. Im Jcutinga-Gestein von Gongo-Socco in Minas Geraes wird ein blasses Pallad-Gold gewonnen, das 25 p. C. Palladium enthält. Das Ouro poudre (faules Gold) von Porpez enthält 9,85 Pd. In Paris wurde im Großen aus 1 Ctr. Platin wenig über ½ Loth Palladium geschieden, es kam daher 6mal theurer als Gold. Die Meßinstrumente für den Seedienst werden mit Palladblech versehen; mit Silber legirt soll es einen zum Einsetzen der Zähne vortrefflichen Draht geben. Graham fand, daß Palladium auf elektrolytischem Wege 200 Volumen von Wasserstoff aufnehmen kann, Draht verlängert und Blech krümmt sich dabei, Monatsb. Berlin. Acad. 1869. 116.

7. Iridium.

Tennant entdeckte 1803 das Metall, und benannte es nach den bunten Farben seiner Salze, die noch Chrom übertreffen. Rohes Platin mit Königswasser digerirt hinterläßt ein unlösliches schwarzes Pulver, das hauptsächlich aus Osmium und Iridium besteht. Endlich fand Breithaupt (Schweigger Jahrb. Chem. Phys. IX. pag. 1 und 90) gediegene Körner im Platinsande des Urals. Iridium im Californischen Golde (Ann. des mines 1854. VI. 518).

Reguläre Oktaeder mit Würfelflächen, letztere Spuren von Blättrigkeit zeigend. Silberweiß, fast Quarzhärte, und dabei zähe, so daß die Körner sich in den Stahlmörser hineinschlagen lassen. Gewicht 22,8 (G. Rose), nach Breithaupt sogar 23,46. Also das härteste Metall und der schwerste aller bekannten Körper. Die Analyse gab jedoch nur 76,85 Iridium mit 19,64 Pt, 0,89 Pd und 1,78 Kupfer, daher müßte sich das Gewicht des reinen Iridiums, wenn anders die Legirung sich nicht verdichtet, dem 25fachen nähern, allein Deville (Cmpt. rend. 81. 842) fand nur 22,4. Das Platin von Goroblagodat enthält gar kein Iridium; zu Nischne Tagilsk 5 Jr; auf Borneo 7,2 Jr.

Noch strengflüssiger als Platin, doch kann man durch Druck des Iridiumschwamms und starke Weißglühhitze eine politurfähige Masse er-

langen. Selbst in Königswasser nicht löslich, daher bleibt es bei den Lösungen des Platins in schwarzen Schuppen zurück. Unter allen Platinerzen das seltenste. Das internationale Metermaas ist eine Legirung von 9 Pt + 1 Jr, wozu Deville 5 Ctr. schmolz. Sie ist härter als Platin, elastisch wie Stahl und schwerer schmelzbar. Iridiumoxyd erzeugt auf Porzellan eine tiefe und reine schwarze Farbe, wie Tusch auf Papier (Pogg. Ann. 31. 17). In Petersburg wurde 1843 zu diesem Behuf aus alten Platinrückständen 122 ℔ Jr gewonnen, die Drachme zu 80 Franken (Verh. Ruß. Kais. Mineral. Gesellsch. 1844. 189).

Osmiridium. Osmium selbst kommt nicht gediegen vor, Deville stellte es aber in schön blauen (beau bleu) Würfeln von 22,477 dar (Cmpt. rend. Bd. 82 pag. 1035), also noch etwas schwerer als Iridium! Im Sauerstoff verflüchtigt es sich schon bei 100° als Osmiumsäure Os O^4, das heftigste unter den Metallgiften, denn mit 20 ℔ „könnte man die ganze Menschheit tödten". Desto häufiger findet es sich aber an Iridium gebunden im Platinsande, in manchen Seifengebirgen sogar mehr als das Platin selbst. Daher war es auch das erste neue Metall, was dem französischen Chemiker Descotils im rohen Platin auffiel, und was Vauquelin Ptène nannte (Ann. du Mus. 1804. III. 149 und 1806. IV. 401), in welchem dann gleichzeitig Tennant die zwei nachwies. Auf das Mineral war schon Wollaston (Gilbert's Ann. 24. 234) aufmerksam. „Beide Metalle halten mit einer Festigkeit zusammen, über die man sich mit Recht verwundern muß" (Pogg. Ann. 13. 464). Beim Glühen mit Salpeter gibt es die bekannten in den Augen stechenden Osmiumdämpfe. Die krystallographische Kenntniß verdanken wir G. Rose, Pogg. Ann. 29. 452.

a) Lichtes Osmiridium Jr Os mit 46,7 Jr, 49,3 Os, 3,1 Rhodium, 0,7 Fe, das gewöhnlichste. Dihexaedrische Tafeln: die reguläre sechsseitige Säule $g = a : a : \infty a : \infty c$ mit einer deutlich blättrigen Geradendfläche $c = c : \infty a : \infty a : \infty a$. Ihre Endkanten g/c werden durch das Dihexaeder $r = a : a : \infty a : c$ abgestumpft, mit 124° in den Seiten- und 127° 36′ in den Endkanten. Ein Rhomboeder, was die abwechselnden Endkanten des Dihexaeders abstumpfte, würde 84° 52′ in den Endkanten haben. Zinnweiß, etwas dunkeler als gediegen Antimon, Metallglanz, spröde, so daß man es pulverisiren kann. Quarzhärte, Gew. 19,47. Vor dem Löthrohr auf Kohle unveränderlich und entwickelt für sich keinen, selbst mit Salpeter im Glaskolben geschmolzen nur wenig Osmiumgeruch. Letzteres bildet nach dem Erkalten eine grüne Masse. In Königswasser unlöslich. Das Uralische schön blättrig, die Brasilianischen mehr körnig. Findet sich auch im Californischen Golde, welches mit Silber zusammengeschmolzen das Osmiridium zu Boden fallen läßt. Auch bei der Legirung des Platins mit Blei verhält es sich indifferent, worauf die Trennung beruht. Es wird zu Spitzen von Schreibfedern benützt, die aus Legirungen von Platin und Silber bestehen.

2) Dunkeles Osmiridium (Iridosmium), Osmiumreicher. Kommt mit dem lichten zusammen vor, hat dieselbe Form, den gleichen

Blätterbruch, aber bleigraue Farbe, und etwas höheres Gewicht 21,2. Vor dem Löthrohr in der Platinzange erkennt man es gleich an den durchdringenden Osmiumdämpfen, die besonders die Augen angreifen. Es wird dabei etwas dunkeler. Die Weingeistflamme macht es leuchtend. Berzelius (Pogg. Ann. 32. 236) fand zweierlei Jr Os^3 mit 25 Jr, 75 Os und Jr Os^4 mit 20 Jr, 80 Os. Das Osmiumreichere zerlegt sich leichter und schneller.

Ein drittes Osmiumarmes fand Claus bei Nischnetagilsk $(Jr, Pt, Ru, Rh)^3$ Os mit 27,3 Os, 55,2 Jr; 10,1 Pt, 5,8 Ru, 1,5 Rh. Dazu scheinen auch gewisse Brasilianische Blättchen zu gehören.

Iridplatin in Körnern von Brasilien, silberweiß, enthält 55,4 Pt, 27,8 Jr, 6,8 Rhodium, 4,1 Fe, 3 Cu, 0,5 Pd. In Ava nach Prinsep sogar 60 Jr, 20 Pt.

Rhodium hat seinen Namen nach den schönen rothen Salzen. Kommt dem rohen Platin beigemengt vor, 3 p. C. in dem von Barbacoas. Del Rio erwähnt auch von Mexico ein Rhodiumgold mit 34—43 p. C. Rhodium (Pogg. Ann. 10. 322). Da es sich im Königswasser löst, so findet es sich nicht in den Rückständen, sondern in den Lösungen, aus welchen es durch Alkohol gefällt wird; das feine Pulver hat die merkwürdige Eigenschaft denselben in Wasserstoff und Kohlensäure zu zerlegen.

Ruthenium ist ihm sehr verwandt (Pogg. Ann. 65. 220), und kommt besonders im Laurit vor. Unter den Platinkörnern von Borneo fand nemlich Wöhler (Gött. Gel. Anz. Nachricht. 1866. 155) kleine blättrige reguläre Oktaeder mit hohem Stahlglanz, Härte 7—8, Gew. 7. Erwärmt decrepetirten sie wie Bleiglanz, schmolzen nicht, rochen nach schwefliger Säure, später nach Osmium. Lösten sich nicht in Königswasser. Mit Salpeter und Kalihydrat zusammengeschmolzen gab die orangenfarbige Lösung mit Salpetersäure einen schwarzen Niederschlag von Rutheniumsesquioxyd: 62,9 Ruthenium, 5 Osmium, 32,1 Schwefel geben im Wesentlichen Rutheniumsesqui-Sulfür $R^2 S^3$. Man hat daraus die Formel $12 R^2 S^3 + Os S^4$ abgeleitet. Später fand sich das sonderbare Erz freilich in winzigen Körnern im Platinerz von Oregon (Jahrb. 1869. 863), und Deville (Cmpt. rend. 1875. 80. 467) behauptet sogar in allen Rückständen der Platinfabrikation.

Daß Platin, Palladium, Iridium, Osmium isomorph seien, beweisen die regulären Oktaeder von $K Gl + R Gl^2$, worin R diese vier Stoffe bedeutet. Iridium, Osmium, Palladium sind außerdem auch 6gliedrig, also dimorph.

8. Eisen.

Tellurisches und Siderisches.

Thubalkain schmiedet Kupfer und Eisen (Barsel). Goliath 1 Samuel. 17. 7 trug ehernen Helm und eisernen Spieß. Bei der Leichenfeier des Patroklus setzt Achill (Ilias 23. 826) als Kampfpreis eine eiserne

Kugel (σόλος αὐτοχόωνος) aus, welche den Sieger wohl 5 Jahre mit Ackergeräthen versehen könne. Noch machen die Inder den besten Stahl (Wuz). Ba na pe Eisen vom Himmel war nach Lepsius bei den Aegyptiern schon 4000 a. Chr. bekannt.

a) **Tellurisches Eisen.** So wichtig es technisch ist, so selten findet man es gediegen in der Erde. Das künstliche Eisen scheint nach Wöhler (Pogg. Ann. 26. 182) regulär zu krystallisiren: beim Gießen starker Walzen entstehen innen Höhlen mit Skeleten von regulären Oktaedern. Halbverbranntes Eisen, was im Hochofen lange Zeit hindurch einer Weißglühhitze ausgesetzt war, bekommt einen würflig blättrigen Bruch so deutlich wie Bleiglanz. Auch das Meteoreisen von Seeläsgen und Braunau ist ausgezeichnet würfelig blättrig. Angaben von oktaedrischer Blättrigkeit finden meist ihren Grund in Absonderungsverhältnissen, wie das Haidinger vom Meteoreisen zu Braunau so schön nachweist (Pogg. Ann. 72. 582). Merkwürdiger Weise wird auch das beste zähe fasrige Schmiedeisen durch fortwährende Torsionen und Erschütterungen körnig und blättrig, in Folge dessen es leicht bricht (Erdmann's Journ. pr. Chem. 54. 26). Die Theile stehen also krystallinisch um, ohne daß man außen etwas merkt, was für Eisenbahnen von größter Gefahr ist. Fuchs (Pogg. Ann. 86. 159) hielt das Eisen für dimorph: das geschmeidige Stabeisen sei wie die geschmeidigen Metalle regulär, das spröde Roheisen dagegen 3 + 1axig, und allerdings scheint das weiße Spiegeleisen nur einen blättrigen Bruch (Absonderungsfläche?) zu haben. Härte 5—6, Gew. 7—8. Geschmeidig, daher hackiger Bruch. Das reine Eisen ist stahlgrau mit viel Weiß. Magnetisch. Merkwürdig seine Passivität (Pogg. Ann. 55. 437) d. h. es wird durch dunkele Rothglühhitze oder Eintauchen in sehr concentrirte Salpetersäure unangreifbar durch gewöhnliche rauchende Salpetersäure.

Sehr streng flüssig, läßt sich aber schweißen wie Platin. Die Oxydischen Eisenerze werden nämlich bei hoher Temperatur durch glühende Kohle desoxydirt, die befreiten Eisentheile bilden einen unschmelzbaren Eisenschwamm, der sich durch Hämmern compact machen läßt. Dieß ist die älteste Methode das Eisen zu gewinnen, sogenannte Rennarbeit. Davon verschieden ist die Roheisenproduktion, wovon die ersten Spuren erst am Ende des 15ten Jahrhunderts im Elsaß sich finden. Das glühende Eisen geht nämlich mit Kohle, Silicium ꝛc. schmelzbare Verbindungen ein. Man mischt daher in Hochöfen Kohle, Kieselerde, Kalk und Eisenerz in gehörigem Verhältniß. In der Hitze bemächtigt sich die S̈i des Kalkes und anderer verunreinigenden Erden, bildet leichtfließbare Schlacke, und das reducirte kohlenstoffreiche Roheisen sinkt zu Boden. Man sammelt es im untersten Theile des Heerdes, und sticht es da von Zeit zu Zeit ab, während die leichtere Schlacke stetig darüber herausfließt. Kaltgeblasenes Eisen ist besser als warmgeblasenes.

a) Roh- oder Gußeisen kann 5 p. C. Kohle haben, ist körnig und spröde, und nicht schmiedbar. Weißes Roheisen ist silberweiß, bricht spiegelflächig (daher Spiegeleisen), und gibt einen vorzüglichen Stahl,

wozu besonders auch Manganreichthum beitragen soll. Die Kohle mehr chemisch gebunden, daher schwerer 7,7 Gew. Graues Roheisen ist kohlenstoffärmer, entsteht aus dem weißen, fließt aber leichter, und eignet sich mehr zu Gußwaaren. Kohle freier, daher leichter 7 Gew. Thon- und Raseneisensteine fließen am besten. Eine gußeiserne Kugel sinkt im Fluß unter, kommt aber nach einiger Zeit, wenn sie stark durchwärmt ist, wieder empor. Daher erfährt geschmolzenes Eisen im Momente der Erstarrung eine starke Ausdehnung (Berg. Hütt. Zt. 1876. 84). Heutige Hochöfen sind 90' hoch, ersparen Brennmaterial, verbessern das Produkt, und vergrößern den Betrieb. Ein Cleavelandofen erzeugt täglich 1000 Ctr.

b) Stab- oder Schmiedeisen hat am wenigsten Kohlenstoff, das weiche nur 0,02 p. C., ist sehnig und zähe, läßt sich zu Draht ziehen, Blech walzen, schmieden, wenn auch nicht schmelzen. Heiß abgelöscht wird es nicht spröde. 1 Phosphor macht es in der Kälte brüchig (kaltbrüchig), 0,03 Schwefel in der Hitze (rothbrüchig), so daß es sich im letztern Falle nicht schweißen will. Ueberhaupt machen es unedle Metalle schlechter, edle aber besser. Doch ist für Gußeisen Phosphor, für Nägel eine gewisse Menge von Schwefel nicht schädlich, weil es dadurch zäher wird. Magnet- und Spatheisen reduciren sich schwer, geben aber besseres Eisen.

c) Stahl ist Schmiedeeisen mit 0,9—1,9 Kohle läßt sich daher noch schmieden, und ist leichter schmelzbar als Stabeisen. Auf der Bruchfläche zeigen sich bei starker Vergrößerung kleine parallel hervorragende Spitzen, welche man für Oktaeder hält. Wird durch rasches Abkühlen hart und spröde (Homer Odyss. 9. 391), aber durch Erhitzen wieder weich. Dabei läuft es von einer dünnen Oxydschicht anfangs blaßgelb, dann goldgelb, braun, purpurfarbig, hell- bis dunkelblau an. Je dunkeler desto mehr hat es die Sprödigkeit wieder verloren. Deshalb sind die Uhrfedern blau. Da nun Stahl in Beziehung auf Kohlengehalt in der Mitte steht, so bekommt man durch Entkohlen des Gußeisens sogenannten Rohstahl, und durch längeres (wochenlanges) Glühen von Stabeisen in kohligen Substanzen Cementstahl. Neuerlich macht man auch Guß- und namentlich Bessemerstahl. Nach Fremy (Compt. rend. 1861. LII. 998) wirkt Stickstoff wesentlich mit: Silicium könne Kohle, Phosphor Stickstoff ersetzen. Man kann sogar geschmolzenem Stahl Phosphor unbeschadet zuführen, wenn man nur statt dessen Kohle entfernt. Stahl läßt sich nach Deville (Dingler Polyt. Journ. 168. 125) dem Glase vergleichen: langsam erkaltet krystallisirt Kohle und Eisen besonders, die Masse erlangt das Maximum von Dichtigkeit, und in der Lösung mit Säure bleibt Graphit als Rückstand; rasch erkaltet bleibt die Kohle an Eisen gebunden, die Masse ist härter, spröder, leichter und gänzlich in Säure löslich. Bessemer-Stahl ist der beste, er läßt sich kalt biegen, und zu den vorzüglichsten Blechen walzen; die Entkohlung des Gußeisens geschieht hier durch direkte Zuführung von Luft, aber man kann dazu nur gute Erze brauchen. Ueber die „enormen Fortschritte der Eisenindustrie in unserer Zeit siehe

Amtl. Ber. Wiener Weltausst. 1873 pag. 757. Man rechnet auf die ganze Welt 9½ Millionen Tonnen Roheisen: davon kam auf Middlesbrogh allein 1874 über 2 Millionen Tons; Amerika 1872 2,8 Mill. Deutschland hatte 1874 69 Bessemer-Converters, man macht statt Eisen- jetzt Stahlschienen.

Die wichtigsten Erze zur Gewinnung des Eisens sind Oxydisch: Magneteisen, Eisenglanz und Brauneisenstein; unter den Salinischen Spatheisenstein. Geschwefelte wie Schwefelkies ꝛc. konnte man lange nicht brauchen, jetzt wird nach gewonnenem Schwefel der Rückstand noch ausgebracht. Vererzung des Eisens findet sich auf der Erdoberfläche so gewöhnlich, daß Eisen unter den Metallen einzig dasteht. Gerade in dieser Verwandtschaft namentlich zum Sauerstoff und Schwefel liegt auch der Grund, warum es regulinisch zur Seltenheit gehört.

Das gediegene Eisen vom eisernen Johannes bei Kamsdorf (Klaproth Beitr. IV. 102) in Sachsen mit Oxyd überzogen hatte 92,5 Fe, 6 Blei und 1,5 Cu, Breithaupt (Hoffmann's Miner. III. b. 190) hielt es für Kunstprodukt; was auch Hr. v. Seebach bestätigt (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. XII. 189). In der Lettenkohle von Thüringen fand Bornemann (Pogg. Ann. 88. 145). Neumann (Jahrb. geol. Reichsanst. VIII. 351) in der böhmischen Kreide bei Chotzen; wird für vorweltliches Meteoreisen gehalten! Schreiber (Journal de physique 1792. XLI. 3) führt Eisen in stalactitischer Form aus dem Gebirge von Ouille bei Grenoble auf, wo es 12' tief auf einem Gange von oxydischen Eisenerzen im Gneise brach, doch war dabei auch fer hépatique d. h. zersetzter Schwefelkies; das von Labouiche (Allier) und la Salle (Aveyron) läßt sich durch Steinkohlenbrände erklären, da es im Steinkohlengebirge liegt. Die Eisenschüppchen im Platinsande rühren von den gebrauchten Werkzeugen her, wenn sie nicht Eisenplatin sind. In Nordamerika hat sich im Canaangebirge bei South-Meetinghouse in Connecticut ein einzigmal ein Stück gefunden (Silliman, Amer. Journ. V. 292), man meint im Glimmerschiefer; es wurde vom Finder für Graphit gehalten, allein die Analyse wies 91,8 Fe und 7 Kohle nach und da Quarz daran hängt, schien es weder meteorisch noch künstlich zu sein, dennoch nennt es Dana (Syst. Miner. 1868. 16) artificial. Minas Geraes im Eisenglimmerschiefer ꝛc. Bei der Colonie Liberia in Westafrika wird auf gediegen Eisen ein förmlicher Bergbau getrieben. In feinen Theilen findet es sich im Basalt (Pogg. Ann. 88. 321), wenn man denselben pulverisirt und mit Kupfervitriollösung übergießt, so schlägt das Metallische Eisen gediegen Kupfer in Blättchen nieder. Magneteisen kann auf die Weise nicht wirken. Selbst in der Sonne hat die Spectralforschung 450 Linien nachgewiesen, die mit Eisen stimmen.

b) **Siderisches Eisen** (Meteoreisen). Hammer behauptet, daß die ersten Damascenerklingen aus Meteoreisen geschmiedet seien: Schwerter der Kaliphen werden als solche besungen (Gilbert's Ann. 50. 279). Agricola 526 erzählt, zu Zeiten Avicenna's sei in Persien eine Eisenmasse 50 ℔ schwer niedergefallen, aus welcher der König sich Schwerter machen ließ,

»Arabes autem dicunt, enses Alemannicos, qui optimi sunt, ex ejusmodi ferro fieri.« Agricola fügt nun zwar hinzu, die Araber würden in diesem Punkte von den Kaufleuten belogen, denn den Germanen fiel das Eisen nicht vom Himmel, aber immerhin ist es auffallend, daß um das Jahr 1000 bei den Arabern noch solche Sagen giengen. Als Roß auf seiner berühmten Polarreise 1818 mit den Eskimo's in der Baffinsbay zusammenkam, hatten sie Messer aus Meteoreisen, wie der Nickelgehalt bewies. Sie erzählten, daß auf der Westküste von Grönland 76° N.Br. zwei Blöcke gediegenen Eisens lägen, von welchen sie es mit zähen Grünsteinen losgeschlagen und bearbeitet hätten! Das Wiener Kabinet besitzt eine solche Klinge. Aus dem Eisen am Senegal, was Adanson mitbrachte, machten sich die Mauren Gefässe (R. de l'Isle Cristallographie III. 165).

Daß eigenthümliche Gesteine aus der Luft (vom Himmel) fallen, davon war man seit alter Zeit, mit Ausnahme des vorigen Jahrhunderts, überzeugt. Die Namen Brontia, Ceraunia, Baetilia 2c. bezeichneten sie, nur wurde vieles falsche damit vermischt. Der Jakobsstein im Krönungsstuhle der Könige von England sollte schon dem Erzvater Jakob (1 Mos. 28, 11) als Ruhekissen bei seinem Traume gedient haben, doch ist er kein Meteorstein (Abh. Senckenb. Ges. III. 152). In Thracien fiel am Fluß Aegos 465 Jahr vor Christi Geburt ein Stein nieder, den Plutarch im Leben des Lysander und Plinius hist. nat. II. 59 erwähnen, qui lapis etiamnunc ostenditur magnitudine vehis, colore adusto, comete quoque illis noctibus flagrante ..... Ego ipse vidi in Vocontiorum agro (Vaison im südl. Gallien) paulo ante delatum. Daß solche Bätilien verehrt wurden, hat Münter (Gilbert's Ann. 21. 51) hinlänglich bewiesen, auch vermuthete schon Seetzen, daß der schwarze Stein im Thurme (Kaaba) des Tempels von Mekka, welchen der Engel Gabriel hineingetragen haben soll, ein Meteorstein sei (Gilbert's Ann. 54. 332). Mehmed Ali, Vicekönig von Aegypten, besitzt ein Stück davon, welches nach dem englischen Residenten Lyons über allen Zweifel stehe (Partsch, Denkschr. Wien. Akad. 1857. XIII). Dann würde das unter den aufbewahrten Stücken das älteste sein. Denn das vermeintliche Meteoreisen von Pompeji mit einer Karneolplatte, worauf ein Stern und Viertelmond eingeschnitten ist, enthält nach G. Rose etwas Kupfer, wie das gewöhnliche Eisen der Römer. Wenn man die schmucklose Erzählung über den Stein von Ensisheim liest (Gilbert's Ann. 15. 313 und 18. 280), welcher 1492 am 7ten November mit großem „Donnerklapff" von den Lüften herabfiel, 260 ℔ wog, und auf Befehl Königs Maximilian in der Kirche aufbewahrt wurde, so muß es verwundern, daß Naturforscher nicht schon früher der Sache ernstlich nachgiengen. Erst die berühmte 40 Pud (1400 ℔) schwere Eisenmasse (Pallasit) südlich Krasnojarsk am Jenisei, worauf Pallas (Reise durch verschiedene Provinzen des Russischen Reichs III. 411) 1772 die Aufmerksamkeit lenkte, gab dazu den Impuls. Sie lag auf der Höhe eines Bergrückens zwischen den Gebirgsflüssen Ubei und Sisim wenige Meilen rechts

vom Strom. „Die ganze Wacke scheint eine rohe eisensteinartige Schwarte gehabt zu haben, das innere Wesen derselben ist ein geschmeidiges, weißbrüchiges, wie ein grober Seeschwamm löcherigt ausgewebtes Eisen, dessen Zwischenräume mit runden und länglichten Tropfen" des schönsten, flächenreichsten Olivins erfüllt sind, welchen man kennt. Obgleich die Tartaren es „als ein vom Himmel gefallenes Heiligthum betrachteten," so dachte doch Pallas nicht entfernt an meteorischen Ursprung, er hielt es nur mit Entschiedenheit für ein merkwürdiges Naturprodukt, und schickte daher die ganze Masse der Petersburger Akademie. Chladni war der erste, welcher 1794 dasselbe für außerirdisch erklärte, und, obgleich Naturforscher, dennoch an Meteorsteine glaubte. Lichtenberg sagte darüber: es sei ihm beim Lesen dieser Schrift so zu Muthe gewesen, als wenn ihn selbst ein solcher Stein an Kopf getroffen hätte, und habe gewünscht, daß sie nicht geschrieben wäre. Besonders eiferten die Gebrüder de Luc dagegen, und Franzosen erklärten es für ein phénomène physiquement impossible! Nach Chladni's Bericht sollen die Gelehrten in Dresden, Wien, Kopenhagen, Bern rc., aus Beschämung solche Steine in aller Stille weggeworfen haben. Aber noch in demselben Jahr 1794 am 16ten Juni Abends 7 Uhr ereignete sich der merkwürdige Steinregen von Siena in Toskana aus heiterem Himmel (Gilbert's Ann. 6. 156), von dem die ganze Provinz Zeuge war, denn die Steine fielen unter schreckbarem Zischen zur Erde. Doch erklärte sie Hamilton für Auswürflinge des 50 Meilen entfernten Vesuv's, der zufällig 18 Stunden vorher einen fürchterlichen Ausbruch erlitten hatte. Als nun aber am 13. Dec. 1795 bei Woldcottage in Yorkshire ein 56 ℔ schwerer Block niederfiel, der von dem 170 Meilen entfernten Hekla hätte kommen müssen, so wurde glücklicher Weise Howard zu einer genauen Prüfung veranlaßt (Phil. Transact. 1802). Er fand überall nickelhaltiges gediegen Eisen darin. Jetzt trat auch Klaproth (Abh. Berl. Akad. Wiss. 3. Januar 1803) mit seinen Analysen hervor: die Eisenmasse, welche 1751 am 26ten Mai Abends 6 Uhr unter starkem Krachen in einer feurigen Kugel bei Hraschina zwischen Agram und Warasdin in Croatien 71 ℔ schwer herniederfuhr, enthielt 96,5 Fe und 3,5 Ni. Sie findet sich im Kaiserl. Mineral. Kabinet zu Wien, nur ein kleineres Stück von 16 ℔ gieng davon verloren (Sitzb. Wien. Akad. 1860 Bd. 39 pag. 519). Auch La Place (Zach, Monatl. Correspond. 1802. 277) warf die Frage auf, ob es nicht vielleicht Produkte von Mondsvulkanen sein könnten, die mit einer Geschwindigkeit von 7800' (5mal größer als ein 24 Pfünder) in die Höhe geworfen nicht wieder auf den Mond zurückfallen könnten, eine Ansicht, die Olbers schon 1795 gelegentlich aussprach (Gilbert's Ann. 14. 38). Endlich machte der große Steinfall von l'Aigle in der Normandie 1803 den 26ten April Nachmittags gegen 1 Uhr allem Zweifel ein Ende: eine 30 Meilen weit sichtbare Feuerkugel erschien aus heiterem Himmel, gestaltete sich zu einer kleinen Wolke, die 5—6 Minuten ein schreckliches Getöse wie Kanonendonner und Gewehrfeuer erzeugte, und 2000—3000 zischende Steine,

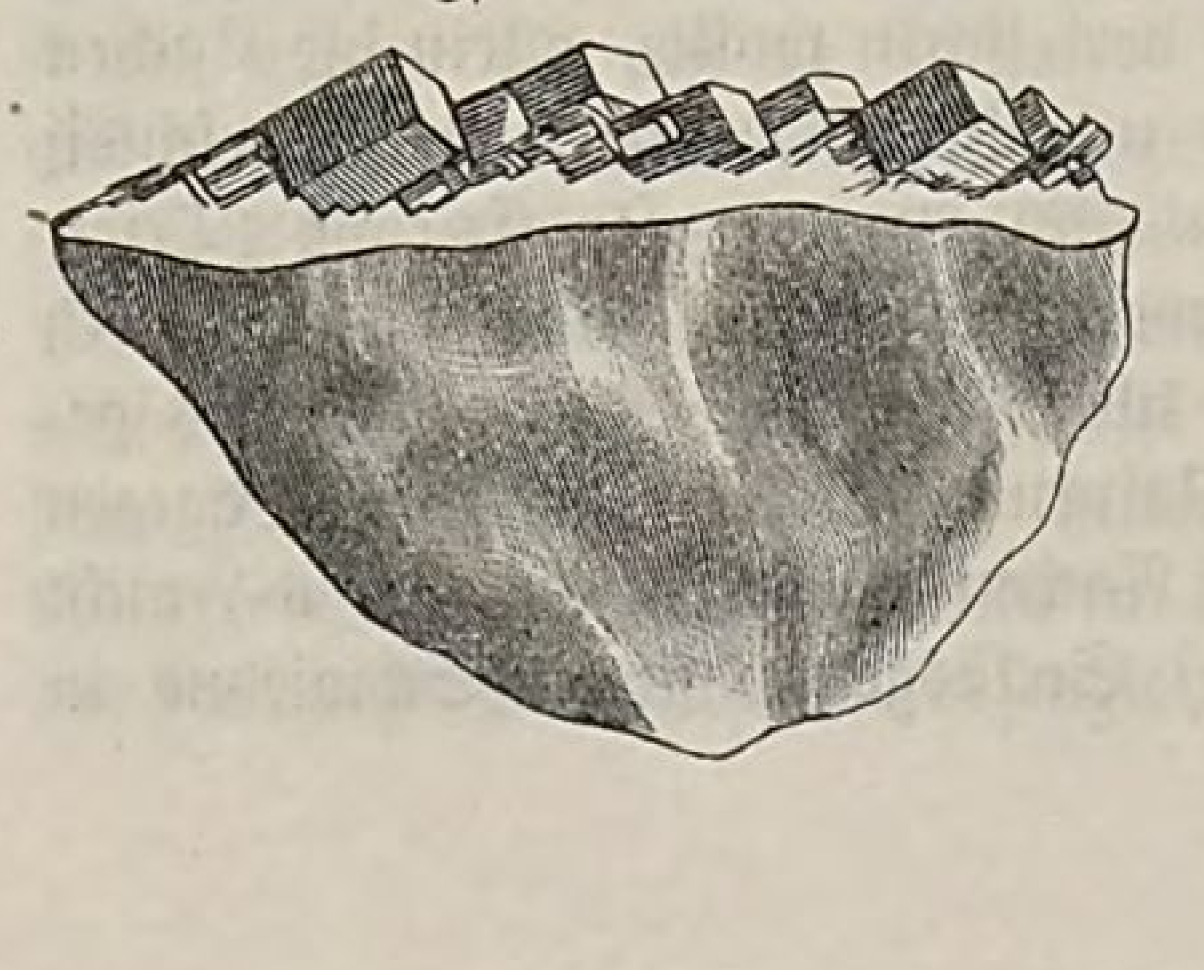
der größte bekanntgewordene 17½ ℔, fielen auf einer Ellipse von 2½ Lieu Länge und 1 Lieu Breite nieder (Memoires de l'Institut nat. scienc. math. et phys. 1806. VII). Der Mineralienhändler Lambotin ließ gleich so viel als möglich auffaufen, und machte gute Geschäfte, während die Zeitungen sich über den Maire des Ortes, der es officiell nach Paris meldete, belustigten, und der Minister der Aufklärung erst nach 2 Monaten am 26ten Juni den Physiker Biot an Ort und Stelle sandte. Die Sache war wahr: sie kommen mit planetarischer Geschwindigkeit an, erhitzen sich durch Reibung in der Luft (Jahrb. 1857. 265) und fallen schief zur Erde, was ihr Anprallen vermindert. Der Norwegische von Dalsplads fiel am 27ten December 1848 zufällig aufs Eis: obgleich von der Größe eines Kindskopfs hat er das Eis nicht zersprengt, sondern war mehrmals darüber hingehüpft, und endlich liegen geblieben (Pogg. Ann. 96. 341). Der Stein von Dhurmsalla in Indien gelangte am 14ten Juli 1860 entzündet und geschmolzen zur Erde, und war innen nach Art des gebackenen Eises chinesischer Köche kalt. Er brachte die Temperatur des Weltraumes (—50° C.) mit (Pogg. Ann. 115. 175).

Vom gediegenen Eisen war lange Zeit das durch Klaproth analysirte Agramer mit 3,5 Nickel das einzig constatirte. Alle andern wurden wegen ihrer Aehnlichkeit mit diesem für meteorisch gehalten. Der verwünschte Burggraf (Gilbert's Ann. 42. 197) 191 ℔ schwer, scheint am Ende des 14ten Jahrhunderts bei Elbogen in Böhmen, wo er auf dem Rathhause aufbewahrt wurde, gefallen zu sein. Es herrschten darüber im Volke auffallende Sagen; 1811 wurde Prof. Neumann in Prag darauf aufmerksam, und jetzt liegt das größte Stück davon (140 ℔) in Wien: 88,2 Fe, 8,5 Ni, 0,7 Co, 2,2 Phosphormetalle. 1814 fanden Rußniakische Bauern auf einem granitischen Gipfel der Karpathen bei Lénarto (Sarosser Comitat) eine 194 ℔ schwere Masse, welche das Nationalmuseum von Pesth bewahrt; sie zeigt außen tafelförmige Structur, ähnlich dem 103 ℔ schweren Eisen im Nationalmuseum von Prag, welches 1829 beim Schlosse Bohumilitz im Prachiner Kreise auf einem Acker gefunden wurde. Im Dorfe La Caille bei Grasse (Dep. Var) lag am Eingange der Pfarrkirche ein Block von 625 Kilgr., der den Einwohnern 200 Jahre als Sitz gedient hatte, und nach einer Tradition aus der Luft gefallen war; seit 1828 in der Pariser Sammlung enthält er, von langen Cylindern Schwefeleisens durchzogen, über 6 Ni. 1805 fand sich in der Eifel bei Bittburg nördlich Trier eine 3400 ℔ schwere Masse, die ein nachbarlicher Eisenhüttenbesitzer verfrischen wollte, allein die Kuchen konnten nicht geschweißt werden, und zur Verhinderung von Unterschleif wurden sie vergraben (Schweigger Journ. 1825 Bd. 43). In Europa (Trier, Berlin, Wien) existiren von den unveränderten nur noch wenige Loth (Partsch Meteoriten Wien 1843. pag. 96), aber schon der Nickelgehalt des geschmolzenen stellt den meteorischen Ursprung außer Zweifel. Dagegen soll die 10,000 ℔ schwere Masse von Aachen (Gilbert's Ann. 48. 410) nicht meteorisch sein. Neuerlich hat sich bei Seeläsgen ohnweit Schwiebus in

Brandenburg eine 218 ℔ schwere Eisenmasse auf einer feuchten Wiese gefunden (Pogg. Ann. 73. 329) mit 5,3 Ni und 0,4 Co, liegt in Breslau. Eine andere beim Eisenbahnbau von Schwetz an der Weichsel 43 ℔ schwer mit 5,8 Ni und 1 Co liegt in Berlin (Pogg. Ann. 83. 594).

Noch großartiger sind die Massen fremder Welttheile, namentlich in Amerika, wo Sonnenschmid in der Straße von Zacatecas in Mexico ein Stück von 2000 ℔ sah (Jahrb. 1856. 288), Humboldt bei Durango von 40,000 ℔ (Klaproth Beiträge IV. 101). Neuerlich wird das Thal von Toluca westlich der Hauptstadt Mexico viel genannt, wo seit langen Jahren die Indianer des Dorfes Xiquipilco das Eisen aufsuchen und verschmieden (Burkart Jahrb. 1856. 299). Viele Centner sind davon nach Europa gelangt, was einen der größten Eisenfälle voraussetzt. Bei St. Jago del Estero mitten in der großen Ebene von Südamerika fand Don Rubin de Celis 1783 eine Masse von 30,000 ℔ (Phil. Transact. 1788); 1784 entdeckte man am Flüßchen Bemdego 50 Meilen von Bahia in Brasilien ein 7′ langes Stück von etwa 14,000 ℔ (Gilbert's Ann. 56. 355). Boussingault traf 1825 zu Santa Rosa nördlich St. Fe de Bogota einen Grobschmidt, der sich eines Amboses von 1500 ℔ aus Meteoreisen bediente, es fanden sich in der Gegend noch mehrere Klumpen, sogar 12 Meilen davon bei Rásgata ganz die gleichen Massen, so daß man glauben muß, hier habe ein förmlicher Eisenregen stattgefunden (Sitzungsber. Wien. Akād. Math. Class. 1852. VIII. 696). Ein Stück von 171 ℔ findet sich im Museum von Harlem, das 1793 im östlichen Theile der Cap-Colonie aufgehoben wurde, und ursprünglich 300 ℔ wog.

In Nordamerika allein wurden schon 1846 von Shepard (Silliman's Amer. Journ. 2 ser. II. 390) 22 verschiedene Fundorte angeführt, darunter ein 1700 ℔ schweres von den Indianern verehrtes Stück am Red River in Texas, was man für Platin hielt. Zwei kostspielige Expeditionen in die von feindlichen Indianern bedrohte Wildniß gesandt brachten endlich auf einem 400 deutsche Meilen langen Landweg das Stück zum Missisippi. Jetzt wird es in New-York aufbewahrt: ein förmlicher Magnet, dessen größter Durchmesser in der Meridianlinie liegt. Der blättrige Bruch soll oktaedrisch sein (Amer. Journ. II. 370). Das von Cocke in Tennessee wiegt 2000 ℔, und ein kleines 9 ℔ schweres fiel sogar 1835 Ende Juli oder Anfangs August auf den Feldern von Dickson im Staate Tennessee (Amer. Journ. 1845. Bd. 49 pag. 336) vor den Augen mehrerer Arbeiter aus einem explodirenden Meteor auf ein Baumwollenfeld nieder, wurde

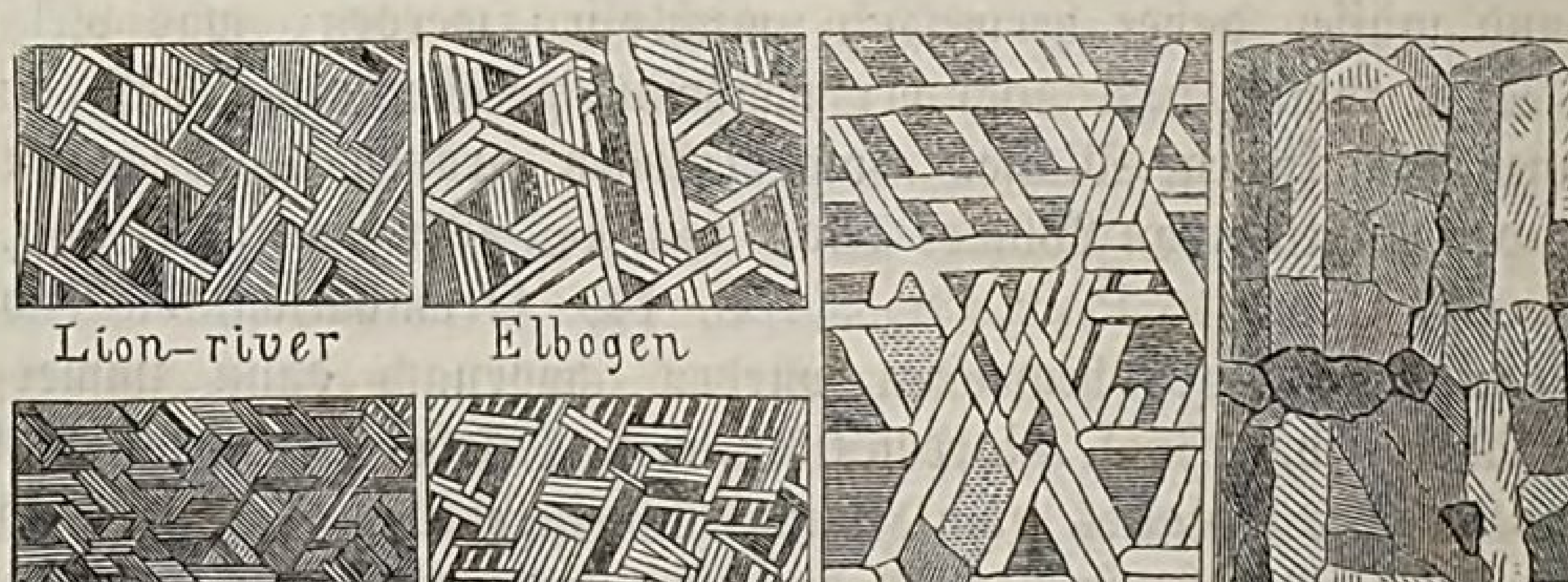


aber erst später durch den Pflug gefunden. Es wäre dies seit Agram der zweite Fall, dem Zuschauer beigewohnt hätten. Der **dritte** unter allen constatirteste ereignete sich bei Hauptmannsdorf und **Braunau** auf der Böhmisch-Schlesischen Grenze 1847 den 14ten Juli Morgens 3¾

Uhr (Pogg. Ann. 72. 170 tab. IV): es bildete sich eine Wolke, die mit einem Male erglühte, Blitze zuckten nach allen Richtungen, und zwei Feuerstreifen fielen von ihr zur Erde, unter zwei heftigen Kanonenschüssen, die alle Bewohner weckten. In einem 3 Fuß tiefen Loch fand sich das eine 42 ℔ 6 Loth schwere Stück, nach 6 Stunden noch so heiß, daß es Niemand anfassen konnte. Es ist zerschnitten. Das zweite 30 ℔ 16 Loth schwere fiel dagegen durch das Schindeldach eines armen Mannes in das Schlafzimmer seiner Kinder, ohne zu zünden. Der Mann meinte der Blitz habe eingeschlagen, und ahnete nichts von der Sache, erst nach fleißigem Suchen wurde das Stück den folgenden Tag am 15ten Juli unter den Trümmern der Kammerwand gefunden! Es ist von dem Prälaten für 6000 fl. zu einer frommen Stiftung verkauft. Die Außenseite zeigt unregelmäßige Eindrücke, eine dünne schwarze Brandrinde, welche durch Oxydation noch nicht gelb geworden ist. Beim Zerreißen kommt ein würfelig blättriger Bruch zum Vorschein, der an Bleiglanz erinnert, wie vorstehendes 3 ℔ schwere Stück in $\frac{2}{3}$ nat. Größe unserer Tübinger Sammlung zeigt. Das Wiener Museum besitzt 4 ℔, die fast aus einem einzigen Würfel bestehen. Es kommen daran auch Trennungsflächen nach dem Oktaeder vor, das sind aber mehr Absonderungen. Härter als die besten Stahlmeißel läßt es sich leicht strecken und schmieden. Gew. 7,7. Der sonderbarste Fund wurde 1870 unter dem 70ten Breitengrade auf der Insel Disko in der Baffinbay bei Ovifak gemacht: dort entdeckten Grönländer am Strande unter Granitblöcken neben einem hohen Basaltrücken in Begleitung von Eukrit riesige Eisenklumpen mit 5 p. C. Nickel und eigenthümlicher schalenförmiger Textur. Ein Kronendampfer und ein Kriegsschiff wurden von Stockholm hingesandt, welche die drei Stücke von 500 Ctr., 200 Ctr. und 90 Ctr. abholten, das größte mißt im Querschnitt 42 Quadratfuß. Leider oxydiren sie an der Luft und zerfallen, und müssen daher hermetisch umschlossen werden, was viel Geld kostet. Dazu kommt nun noch der merkwürdige Umstand, daß auch in dem nahen Basaltberge Massen vom Ansehen grauen Roheisens stecken, die nach der Analyse von Wöhler (Gött. Gel. Anz. 1872 Nachr. 197) 80,6 Fe, 1,2 Ni, 0,47 Co, 0,15 P, 2,8 S, 3,7 C, 11,8 O enthalten, die etwa auf 40 Fe $\dot{\text{F}}$e und 7,5 Fe S hinweisen würden, wornach dann immer noch 40,6 Fe überblieb. Prof. Nordenskjöld meinte daher, sie seien während der Eruption des Basaltes vom Himmel hineingefallen. Freilich könnten sie in diesem Falle ebensogut aus dem Erdinnern stammen, was der allgemeinen Ansicht über den Ursprung der Meteoriten sich sehr gut fügen würde. Ja diese Meinung soll in allerneuester Zeit (Compt. rend. 1876 Bd. 83. 917) durch einen Brasilianischen Fund von San-Francisco in der Provinz Santa-Catharina unterstützt werden, wo ein rissiges Eisen mit 64 Fe und 36 Ni auf dem Boden im Gestein zu stecken scheint. Das Nickel wurde aus der Salzsauren Lösung nach Zusatz von etwas Salpetersäure mittelst Ḃa C̈ getrennt, wobei das dreiatomige Eisenoxyd niederfiel.

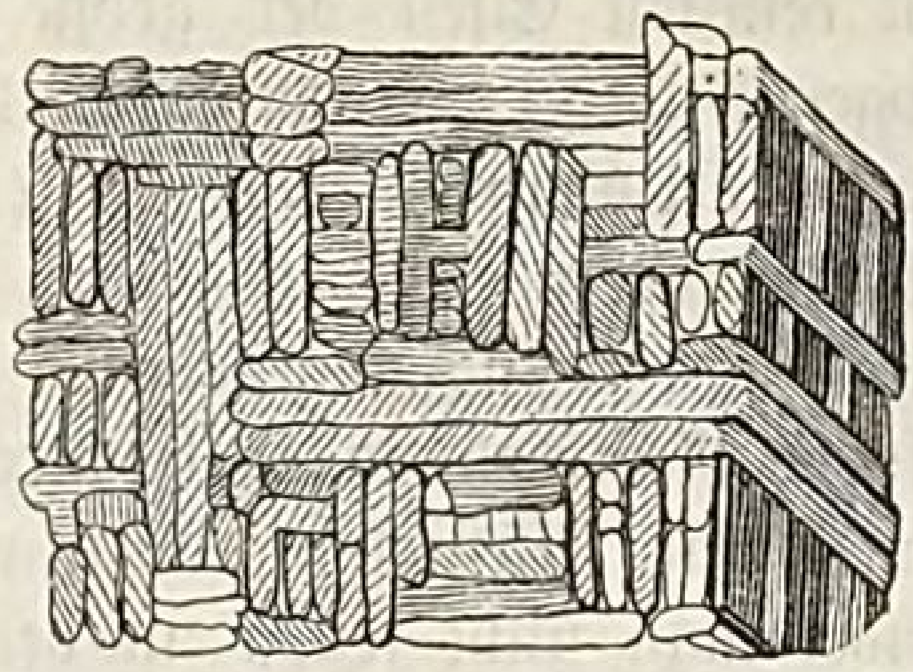
Die Brasilianischen Gelehrten denken sogar daran, das mit jedem Jahre wichtiger werdende Nickel daraus technisch zu gewinnen. Unter den Eigenschaften des Meteoreisens verdienen noch die Widmanstätten'schen Figuren besonders erwähnt zu werden. Wenn man nämlich Flächen polirt und mit schwacher Säure ätzt (Erdmann's Journ. pr. Ch. 12. 304), so entsteht eine eigenthümliche Damastbildung von Strahlen, die sich ungefähr unter Winkeln von 60° aber auch schärfer und stumpfer schneiden. Die dunkeln Stellen wurden stärker angegriffen, als die lichtern Streifen, und die Aetzung ist so vollkommen, daß Shepard, Rose ꝛc. die schönsten Bilder davon unmittelbar abklatschten: unsere Figur ist das Stück eines solchen von Texas, was Silliman (Amer. Journ. II. pag. 376) abgebildet hat. Nach Partsch entspricht die Lage der Strahlen den Flächen von Oktaedern. Früher sah man die Zeichnung als Folge des Nickeleisens an, zumal da sich auch künstliche Legirung von Nickel und Eisen besonders zur Damascirung eignen soll. Allein Berzelius fand im Eisen von Bohumiliz (Pogg. Ann. 27. 128) schwarze unlösliche Schüppchen von Phosphor-Nickel-Eisen (Dyslytit, Schreibersit), welche sich parallel an die Oktaederflächen anlagern, und zu den Streifen die Veranlassung geben sollen. Uebrigens haben nicht alle diese Eigenschaft, die Figuren werden immer undeutlicher (Zacatecas, Rasgata) und verschwinden zuletzt ganz (Arva, Senegal, Braunau). Man hat daher ihre Bedeutung unterschätzen wollen (Ztschr. d. geol. Ges. VI. 664), allein wenn man sich an die deutlichen hält, so sind und bleiben die Figuren eines der wichtigsten Merkmale. Beistehende kleine Musterkarte, die ich aus meiner populären Abhandlung





(Klar und Wahr pag. 313) entnehme, gibt mit einem Blick etwas von der Mannigfaltigkeit. Der einfachste Fall ist der, wenn die Blätter alle den Flächen **eines** Oktaeders parallel gehen, ein solches soll der Block von La Caille sein, schneidet man dann parallel den Oktaederflächen, so müssen die Balken sich alle genau unter 60° treffen; nach jeder andern Richtung ändert sich das, bis parallel dem zugehörigen Würfel genau 90° ent=

stehen. Ich gebe nebenbei ein Prachtstück von **Toluca**, woran auf einer mehr als Handgroßen Schlifffläche sämmtliche Balken sich unter 90° schneiden, während an der dunkeln Seite rechts sich schon die schiefen Winkel einstellen. Das ganze Stück überzeugt uns noch auf der natürlichen Oberfläche, daß keine Platte anders als nach den Oktaederflächen orientirt sei. Anders verhalten sich dagegen manche großen Stücke, woran öfter Balkensysteme


Toluca Tejupilco.

sich einschieben, die auf Verwachsungen von Oktaedern schließen lassen, wie die Schnittflächen von Carthago in Tennessee und Claiborne in Alabama der Reichenbach'schen Sammlung zeigen, die 0,34 m lang und 0,2 breit sind. Die Balken haben hier mittlere Dicke. Freilich hat die genaue Verfolgung ihre große Schwierigkeit. Reichenbach (Pogg. Ann. 1861. Bd. 114) unterscheidet Balkeneisen (Kamacit), Bandeisen (Tänit), Fülleisen (Plessit); Glanzeisen (Lamprit), Nadeleisen (Rhabdit) und Mohr. Das lichtgraue Balkeneisen pflegt vorzuherrschen, es bildet die Balken der Widmannstätten'schen Figuren bis zu 1′ Länge 1″ Breite und 2‴ Dicke, Braunau besteht fast ganz daraus, und bei Pallas hüllt es in gekrümmten Lagen die Olivinkugeln ein. Nach außen folgt dann das dunkelgraue Fülleisen, welches am Cap gänzlich vorherrscht, sonst aber nur die Zwischenräume der Balken füllt. Es wird vom Balkeneisen durch eine dünne Lage isabellgelben Bandeisens getrennt, das am meisten der Verwitterung und Aetzung Widerstand leistet, und wesentlich zur Markirung der Figuren beiträgt. Fast gibt es der Edelkeit des Glanzeisens (Schreibersit) nichts nach, nur daß dieses sich in zerstreuten Blättchen (Lenarto, Arva) eingesprengt findet, welche durch die Aetzung nicht gelb werden, sondern zinnweiß bleiben. Auch die zarten Fäden des Nadeleisens (Cap, Braunau), welche in parallelen Zügen das Ganze durchziehen, widerstehen der Säure, und geben sich im Querschnitt durch feine mikroskopische Pünktchen zu erkennen, die man nicht mit den Eisenkügelchen (Durango, Schwetz) verwechseln darf. Mohr (moiré metallique), ein eigenthümlicher Wechselflimmer, kommt nur in der Brandrinde vor, und bei Amerikanischen Stücken, die häufig Behufs der Zertheilung im Feuer behandelt wurden. Es lassen sich diese Unterschiede auch durch Anlaufen im Feuer sichtbar machen, wobei Balkeneisen dunkelblau, Fülleisen bläulichroth, Bandeisen goldgelb wird. Ja bei hoher Politur, welche Stahlarbeiter schwarz nennen, treten die Figuren von selbst (Burlington) oder beim Anhauchen (Agram) hervor. Vieles Meteoreisen (Braunau, Bohumilitz, Krasnojarsk, Red River) verhält sich gegen Kupfervitriollösung passiv, das Kupfer schlägt sich erst darauf nieder, wenn man etwas Säure zusetzt, oder gewöhnliches Eisen unter der Flüssigkeit damit in Berührung bringt. Durch ihre

Zusammensetzung schließen sich die Meteoreisen fast in einer

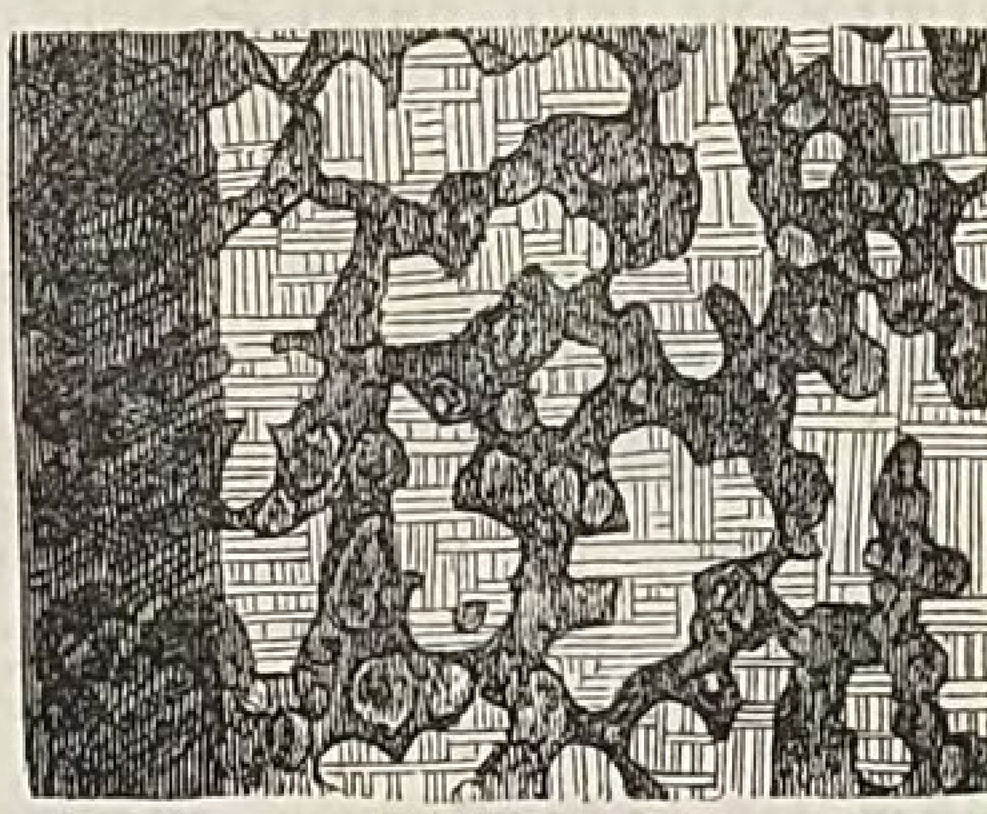
zusammenhängenden Reihe an die Meteorsteine an. Vor allem fällt selbst im reinsten Eisen der große Nickelgehalt auf: Bohumiliz 5,6 Ni, Elbogen 8,5 Ni, Krasnojarsk 10,7, ja Jackson fand in einem von Claiborne (Alabama) 27,7 Ni (Amer. Journ. 34. 334), und doch wird nach Rammelsberg (Monatsb. Berl. Akad. 1870. 441) wegen schlechter Methoden häufig zu wenig angegeben. Den Nickelgehalt erkennt man schon durch bloßes Auflösen in Salzsäure, indem sich eine schöne gelblich- bis smaragdgrüne Flüssigkeit bildet, während bloßes Eisen nur gelb färbt. Auch findet man nicht selten an der verrosteten Oberfläche Flecke von grünem Nickelocker. Unwichtiger ist Kobalt, doch fehlt er selten: 0,2 Co Bohumiliz, 0,76 Co Elbogen, 1 Co Schwetz, 2,5 Co Cap. Mangan nur wenig, noch weniger Kupfer und Zinn. Tarapaca (Chili) hat in innern Höhlungen gediegen Blei. Auffallend ist der geringe Gehalt an Kohle, Berzelius gibt von Krasnojarsk nur 0,04 C und Rammelsberg von Seeläsgen 0,5 C an. Reichenbach (Pogg. Ann. 108. 457) fand zwar Knollen von Graphit zu Seeläsgen, Arva, Toluca rc. eingeschlossen, aber das Eisen unmittelbar daneben war kohlenstofffrei. Es ist daher nur ein sehr kleiner Theil des Kohlenstoffs an das Eisen gebunden, welcher beim Auflösen Kohlenwasserstoffgas von demselben üblen Geruch wie Roheisen liefert. Ebenso kommt auch etwas Silicium vor. Daraus leuchtet allein schon ein, daß es kein geschmolzenes Kunstprodukt sein kann. In allen Fällen bleibt ein Rückstand, in welchem Phosphor-Nickel-Eisen vorwaltet, das metallisch weiße magnetische Schuppen bildet, die besonders glänzend auf geätzten Flächen von Arva hervortreten. Der Rückstand betrug bei Braunau 1,3 p. C., worin 56,4 Fe, 25 Ni, 11,7 Phosphor, 1,1 Kohle, 1 Si, 2,8 Chrom. Wöhler glaubte im Rückstande des Eisens von Rasgata kleine Krystalle von Olivin, selbst Rubin und Sapphir zu erkennen! Im Tolucathal kam außer diesen bunten Steinen in der Schwarte noch ein Quarzdihexaeder vor (G. Rose Pogg. Ann. 113. 184).

Schwefeleisen sammelt sich öfter in Höhlen und Klüften, bei Bohumiliz bis zu Haselnußgröße, ebenso zu Lockport. Bei Caille, Toluca, Seeläsgen rc. bildet es zum Theil lange cylindrische Kerne, welche die Eisenmasse in paralleler Lage durchsetzen. Hier ist ihr Gewicht 4,78 und dem Gehalte nach soll es nach Rammelsberg nicht Magnetkies, sondern einfaches Schwefeleisen Fe S sein. Aber auch der ächte Magnetkies fehlt nicht: aus dem Eisen von Sevier in Tennessee fallen unmagnetische Knollen heraus, aber tombackbraun und blättrig wie bei Bodenmais.

Graham (Pogg. Ann. 131. 151) fand im Eisen von Lenarto das 2,85fache Volumen Gas, welches außer Kohlenoxyd und Stickstoff aus 86 p. C. Wasserstoff bestand. Da nun das irdische Eisen nur Kohlenoxyd, etwa 1 Vol. unter gewöhnlichem Druck enthält, „so muß das Meteoreisen aus „einer dichtern Wasserstoffatmosphäre stammen: es ist der Wasserstoff „irgend eines Fixsterns, welchen uns der Meteorit in seinen Poren mit „bringt“. Leider konnte Mallet (Proceedings of the Roy. Soc. of London,

XX. 366) die Sache nicht bestätigen, er fand es annähernd wie bei den »common wrought iron«.

Aestiges Meteoreisen schließt in seinen Zwischenräumen Mineralmasse ein. Obenan stehen Pallasit von Sibirien und der Wüste Atacama (Pogg. Ann. 14. 469; Cmpt. rend. 81. 508) mit ihren schön gelben Olivinen pag. 321. Gew. 7. Die Krystalle haben sich ganz in die rundlichen Räume eingefügt, und gleichen auf der Oberfläche Mandelausfüllungen. Brahin, Gouv. Minsk (Pogg. Ann. 2. 161), Bittburg Gew. 6,5 gehören dahin; die Oberfläche des geätzten Eisens fortificationsartig gestreift. Von ganz besonderem Interesse sind die **Erzgebirger**, welche in der Gegend von Johann Georgenstadt bei Breitenbach, Steinbach und Rittersgrün gefunden, vielleicht Pfingsten 1164 gefallen sind. Unser Stück zeigt rechtwinklige Balken, die dunkele Zwischenmasse früher für Olivin, jetzt für Bronzit pag. 317 gehalten, schließt die Kügelchen von Asmanit pag. 254 ein. Ein 173 ℔ schweres Stück 1833 bei Rittersgrün von einem Waldarbeiter gefunden, lange



unbekannt, und 1861 von Breithaupt angekauft, zeigt auf einer Schnittfläche von 0,44 m Länge und 0,32 m Breite schiefe Balken, die nach Herrn Prof. Weisbach **einem** Krystall anzugehören scheinen. Das Stück ist in Farbendruck (der Eisenmeteorit von Rittersgrün 1876) zu Freiberg treu dargestellt. Das Eisen von 7,6 Gew. enthält 87,3 Fe, 9,6 Ni, 0,58 Co, 1,4 P 2c. Bei Hainholz im Paderbornschen fand Dr. Mühlenpfordt (Pogg. Ann. 1857, 100 342 und 101. 311) auf freiem Felde einen 33 ℔ schweren Stein von 4,6 Gew. mit einem nickelhaltigen Eisennetz, das auf der Schlifffläche zwischen grüner Gesteinsmasse mit Augit und Olivin gefleckt hervortritt. Der Fund war lange einzig in seiner Art, und dazu lieferte er ein merkwürdiges Mittelding zwischen Eisen und Stein (Mesosiderit), bis sich endlich auch in der Wüste Atacama (Rose, Monatsb. Berl. Akad. 1863) in der Sierra de Chaco etwas Aehnliches fand. Leider schwitzt der Hainholzer viele Tröpfchen von Eisenchlorid aus, was ihm schnell ein rostiges Ansehen gewährt, und beim Chilener nicht der Fall ist.

Meteorsteine.

Fallen ungleich häufiger, und so ähnlich sie auch manchen vulkanischen Gesteinen sehen mögen, so machte doch schon Werner gleich bei ihrem ersten Anblick die Bemerkung, daß es auf Erden keine solche gäbe. Vor allem fällt darin das gediegene Eisen auf, was körnig eingesprengt sich leicht an Rostflecken erkennen läßt. Dasselbe ist ebenfalls Nickelhaltig,

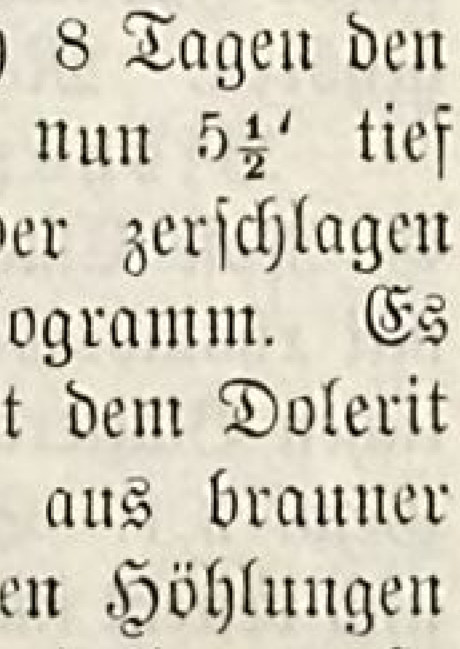
und insofern Vermittelungsglied des Meteoreisens mit den Meteorsteinen. Bei den eisenreichen (Aigle) bildet das Eisen sogar stellenweis noch ein vollständiges Skelet, zwischen welches die Steinmasse sich eingelagert hat, zuletzt tritt auch das Eisen ganz zurück und fehlt sogar gänzlich (Stannern). Bei der Analyse pflegt man daher zu pulverisiren und mit dem Magnet herauszuziehen, was ihm folgt, um beides Magnetisches und Unmagnetisches getrennt zu behandeln. Die Brandrinde (Reichenbach Pogg. Ann. 104. 476) glasglänzend, matt oder russig entstand muthmaßlich beim Durchgang durch die Atmosphäre. Je leichter schmelzbar die Masse, desto ausgesprochener die Rinde (Stannern und Juvinas glänzen wie schwarzer Firniß), sie kann durch Schmelzen künstlich erzeugt werden. Die Rinde von Bishopville ist „farblos durchsichtig und wasserhell“. Frisch haben einige Steine geschmutzt wie Ruß. Reichenbach (Pogg. Ann. 107. 164) sucht sie in mehrere natürliche Gruppen einzutheilen. Darunter zeichnen sich die beiden Abtheilungen von G. Rose (Pogg. Ann. 4. 173) aus:

1) **gewöhnliche (Chondrite)** bestehen aus einer grauen trachytischen Hauptmasse, in welcher man außer dem gediegenen Eisen mit bloßen Augen keine weitern Gemengtheile erkennen kann. Rinde mattschwarz, und wenig glänzend. Hin und wieder sind kleine Kugeln (χόνδροι) meist kleiner als Schrotkörner eingesprengt, die man mit dem Messer herausnehmen kann, die aber im Ganzen aus der Grundmasse bestehen, nur etwas härter sind, auch wohl einen etwas andern Farbenton haben. Ensisheim Gew. 3,48, Maurkirchen Gew. 3,45, Siena Gew. 3,39, l'Aigle Gew. 3,43 und Blansko Gew. 3,7 gehören dahin. Letzterer fiel in Mähren 1833 den 25. November Abends $6\frac{1}{4}$ Uhr, ist besonders durch die Bemühungen des Freiherrn von Reichenbach und die Analyse von Berzelius (Pogg. Ann. 33. 7) berühmt geworden. Mit dem Magnet konnten 17,1 p. C. aus dem Pulver ausgezogen werden, diese bestanden hauptsächlich aus Nickeleisen und magnetischem Schwefeleisen, nämlich 93,8 Fe, 5 Ni, 0,3 Co, 0,3 S, 0,4 Zinn und Kupfer. Die 82,9 p. C. unmagnetischer Grundmasse gelatinirten theilweis mit Salzsäure, und zerfielen in 51,5 p. C. zersetzbare und in 48,5 p. C. unzersetzbare Silicate: die zersetzbaren enthielten 33 $\ddot{Si}$, 36,1 $\dot{Mg}$, 26,9 $\dot{Fe}$, 0,5 $\dot{Mn}$, 0,5 $\dot{Ni}$, 0,3 $\ddot{Al}$, 0,8 $\dot{Na}$, 0,4 $\dot{K}$. Verlust 1,3 p. C. ist hauptsächlich Schwefel. Der Sauerstoff der Basen zur Kieselerde = 20,5 : 17,2. Man nimmt das Silicat $\dot{R}^3 \ddot{S}$ als Olivin und das Schwefeleisen als Magnetkies. Der unzersetzbare Theil wurde mit $\dot{Ba}\,\ddot{C}$ geglüht und lieferte dann 57,1 $\ddot{Si}$, 21,8 $\dot{Mg}$,3,1 $\dot{Ca}$, 8,6 $\dot{Fe}$, 0,7 $\dot{Mn}$, 0,02 $\dot{Ni}$, 5,6 $\ddot{Al}$, 0,9 $\dot{Na}$, 1,5 zinnhaltiges Chromeisen, $\dot{Fe}\,\ddot{Cr}$. Die Thonerde darin könnte verleiten, es zum Theil für eine feldspathartige Masse, vielleicht für Labrador mit Augit, zu nehmen. Im ganzen Stein wäre also 17,1 Nickeleisen mit Kobalt-, Zinn-, Kupfer-, Schwefel- und Phosphorgehalt, 42,7 Olivinartige- $\dot{R}^3 \ddot{Si}$, 39,4 Augitartige Substanz $\dot{R}^3 \ddot{Si}^2$ (Bronzit, Monatsb. Berl. Akad. 1870. 461) und 0,75 Chromeisen mit Zinnstein verunreinigt. Das wird freilich solange Deutung bleiben, bis das Mikroskop genügende Aufklärung gibt. Jedenfalls

machen Talkerdesalze einen wesentlichen Bestandtheil in der steinigen Masse (29 p. C. Mg). Unter den neuern Fällen ist besonders Pultusk bei Warschau 30ten Jan. 1868 merkwürdig, wo viele Tausend kleine runden mattschwarzen Steine zu Boden fielen. Sie waren Gegenstand mehrerer Analysen, das Resultat bei Rammelsberg (Monatsb. Berl. Akad. 1870. 472) gab 21,8 Nickeleisen, 2,8 Fe S, 1,3 Chromeisen, 33,1 Olivin, 41 Broncit. In diesem Jahr wurden 9 Fälle beobachtet, und gleich der Neujahrstag 1869 ließ viele Hunderte auf das Eis von Häßle bei Upsala herabfallen, wobei auf dem weißen Schnee sich ein schwarzes kohliges Pulver abhob, das auf gewöhnlichem Boden leicht übersehen wird (Gött. Gel. Anz. 1869. 306). Dasselbe Jahr ereigneten sich nochmals 7 Fälle!

2) **Ungewöhnliche** (Eukrite) Thonerdehaltig, unter 150 Fällen vier, haben kein metallisches Eisen; Talkerde fehlt zwar nicht, herrscht aber nicht vor, und in der wenn auch feinkörnigen Masse lassen sich einzelne Mineralspecies mit Bestimmtheit erkennen. Geben beim Schmelzen ein leichtflüssiges schwarzes Glas, daher ist die Rinde sehr glänzend und zeigt innen schon mit der Lupe erkennbare Bläschen. Es soll das auf Feldspathsubstanz deuten.

Juvinas (Dep. Ardèche) fiel 1821 am 15. Juni Nachmittags 4 Uhr unter gewaltigem Donner vor den Augen zweier Bauern in ein Kartoffelfeld. Die Bauern hielten die Erscheinung für eine Rotte von Teufeln, welche in die Erde gefahren, und faßten erst nach 8 Tagen den Entschluß, das Wunderding auszugraben. Es fand sich nun $5\frac{1}{2}'$ tief unter lockerer Erde ein 220 ℔ schwerer runder Stein, der zerschlagen verkauft wurde (Gilbert's Ann. 69. 414), Paris besitzt 42 Kilogramm. Es ist ein körniges ziemlich bröckliges Gemenge, das Mohs mit dem Dolerit am Meißner in Hessen verglich, und das hauptsächlich aus brauner (Augit) und weißer Substanz (Anorthit) besteht. In kleinen Höhlungen ist der grünlich braune Augit in Krystallen ausgebildet, mit den meßbaren Flächen T M k o u'. Der weiße Gemengtheil, die größere Hälfte einnehmend, zeigt einen Blätterbruch deutlich, allein die Krystalle in den Höhlen sind zum Messen zu klein, doch sah G. Rose einspringende Winkel, daher kann es kein gewöhnlicher Feldspath sein, wie Hauy annahm; der große Kalkerdegehalt weist eher auf Anorthit oder Labrador. Auch gibt Shepard den Winkel P/M 94° an. Kleine Körner und Krystalle von stahlgrauer bis kupferrother Farbe, obgleich **nicht magnetisch**, zeigen sich doch nach ihrem chemischen Verhalten und ihrer Form als Magnetkies, mit meßbaren dihexaedrischen Endkanten von 126° 29', und einem Flächenreichthum, wie man ihn früher nicht kannte. Shepard bildet sie auch aus einem grobkörnigen Stein von Richmond (Silliman Amer. Journ. 2 ser. II. 383) ab, der 4 ℔ schwer am 4. Juni 1828 fiel. Kleine strohgelbe Blättchen (Sphenomit Shepard's), die an den Kanten zu einem magnetischen schwarzen Glase schmelzen, konnten krystallographisch nicht bestimmt werden, ob Titanit? Nach



Rammelsberg (Pogg. Ann. 73. 585) enthalten die Steine 36,8 p. C. durch Säuren zersetzbare und 63,2 unzersetzbare Theile, zusammen mit 49,2 $\ddot{Si}$, 12,5 $\ddot{Al}$, 1,2 $\dddot{Fe}$, 20,3 $\dot{Fe}$, 0,16 Fe, 10,2 $\dot{Ca}$, 6,4 $\dot{Mg}$, 0,6 $\dot{Na}$, 0,1 $\dot{K}$, 0,28 $\ddot{P}$, 0,1 Titansäure, 0,24 Chromoxyd, 0,09 Schwefel. Daraus leitet der Chemiker 36 Anorthit, 60 Augit, 1,5 Chromeisen, $\frac{1}{4}$ Magnetkies und vielleicht kleine Mengen von Apatit und Titanit ab. Der Steinfall bei

Stannern, 2 Meilen südlich Iglau auf der Mährisch-Böhmischen Grenze, ereignete sich eines Sonntagmorgens gegen 6 Uhr am 22. Mai 1808. Leute, welche nach Stannern in die Kirche giengen, hörten einen heftigen Kanonenschuß, und darauf ein Gerassel wie von kleinem Gewehrfeuer, das 8 Minuten anhielt. In einem Radius von 3 Stunden um Stannern sind mehr als 100 Steine aufgelesen, im Mittel 1—3 ℔ schwer. Sie wurden zum Theil noch warm aufgenommen, und fielen mit Zischen in's Wasser. Sehr auffallend an ihnen ist die glänzend schwarze Rinde, welche nach Aussage eines Mannes heiß noch schmierig gewesen sein soll. Darunter findet sich eine weißgraue feinkörnige Gesteinsart, zwischen welcher stellenweis Magnetkies sich durchzieht. Die weißen schmalen Strahlen scheinen auch hier Anorthit, und die schwarzen Stellen dazwischen Augit zu sein. Er bildet den Typus der **Stannerite**, wozu außer Juvinas noch Constantinopel 1805, Jonzac 1819, Petersburg 1855 gehören. Merkwürdig grobkörnig und bröcklich ist der Stein von

Bishopville in Südcarolina, im März 1843 gefallen, welchen G. Rose Chladnit benannte. Unvollkommene schneeweiße rauhe Krystalle mit rhomboidischer Säule, werden, zuweilen Zollgroß, von zwei deutlichen Blätterbrüchen durchschnitten, die sich unter 120° schneiden, H. = 6, Gew. 3,1. Schmilzt schwer zu einem wie seine Brandrinde weißen Email, und besteht im wesentlichen aus $\dot{Mg}$ $\ddot{Si}$ (Chladnit) mit 67,1 $\ddot{Si}$ und 27,1 $\dot{Mg}$, wozu noch ein Thonerdehaltiges Silicat, Magnetkies ꝛc. kommt. Man wird dabei an Wollastonit erinnert. Der Perlsteinartige Chassignit von Chassigny 1815 bei Langres mit schwarzen Körnern von Chromeisen scheint im Wesentlichen Olivin zu sein, er gleicht dem grauen von Shalka 1850 durch seine glatt abgesonderten Stücke. Auch Luotolax 1813 hat Glanzrinde, Rose stellt ihn an die Spitze seiner Howardite, die feinkörnigen Olivin mit einem weißen Silicat zeigen, Mässing 1803 in Baiern und Bialystock 1827 in Polen zählen dazu. Der weißgraue Stein von Ibbenbühren 1870 (Monatsb. Berl. Akad. 1872. 27) mit gelblich grünen Krystallen ohne Nickeleisen soll lediglich aus Bronzit bestehen, wie der ostindische von Manegaum 1850 (Manegaumit). Eine

kohlenhaltige Sippe beginnt der Stein von Alais (Dep. Gard), 15ten Mai 1806 gefallen. Der leichteste von allen, 1,7 Gew., riecht beim Brennen schwach bituminös und hat Spuren von Ammoniak. Er gleicht einem schwarzen Thone mit glänzendem Strich, und zerfällt im Wasser zu graugrünem Brei (Pogg. Ann. 33. 113). Einer ähnlichen schwarzen Bolartigen Masse gleicht der Aerolith vom kalten **Bokkeveld** bei Tulbagh

am Cap. Man würde ihn nicht für das halten, was er ist, wenn er nicht den 13. Oktober 1838 Morgens 9 Uhr unter furchtbarer Explosion mit einer dünnen Brandrinde herabgefallen wäre. Obgleich beim Anhauchen von bitterm Thongeruch, so hat er doch nur 2 Äl, dagegen 33,2 Ḟe, 22,2 Ṁg, 30,8 S̈i, 1,67 Kohle, 0,25 Bitumen ꝛc. Erhitzt entwickelt er bituminösen Geruch, und enthält nach Wöhler (Journ. prakt. Chem. 77. 58) eine wachsartige Substanz, welche sich mit Alkohol ausziehen läßt. Selbst nach dem Trocknen bei 100° hält er noch Wasser zurück, und seine Färbung rührt von Kohle. Der Stein von Kaba bei Debreczin 15ten April 1857 gehört zu derselben Sippschaft, ist dunkelgrauerdig mit grünlichen Olivinkörnern und zahlreichen schwarzen hohlen Kügelchen. Alkohol zieht eine Paraffinartige Substanz aus. Orgueil 1864, bei Montauban (Tarn et Garonne) eine schwarze zerreibliche Masse mit 6 p. C. Kohle, 2,3 Gew. (Pogg. Ann. 122. 65). Darnach sollte man in jenen Räumen organische Substanzen vermuthen, falls sie nicht erst auf der Erde hinein geriethen.

Chantonnay bei Nantes 5ten Aug. 1812 ist schwarz und hart wie Basalt, aber mit weißen glänzenden Eisenflecken, stellenweis auch braungeflammt, und Breccienartig wie Ensisheim 1492 und Orvinio 31. Aug. 1872 bei Rom. Von gleicher Art ist das auf einem Ackerfelde bei Mainz (Jahrb. 1859. 194) gefundene Stück, das äußerlich „einem armen Brauneisensteine“ gleicht. Renazzo Provinz Ferrara 15. Jan. 1824 hat sogar etwas Mandelsteinartiges. Die Menge der herabgefallenen Steine überflügelt die des gefundenen Eisens noch immer bedeutend, auch nur die wichtigsten davon anzugeben, würde zu weit führen. Für ältere Niederfälle dient Chladni (über Feuermeteore und über die mit denselben herabgefallenen Massen, Wien 1819) und Schreiber (Beiträge zur Geschichte und Kenntniß meteor. Steine und Metallmassen. Wien 1820), worin auch mehrere gute Abbildungen sich finden. Nicht blos haben sich, seitdem man daran glaubt, jährlich vor Augenzeugen solche Steinfälle ereignet, sondern sind auch äußerst sorgfältig gesammelt. Nach Partsch (die Meteoriten oder vom Himmel gefallene Steine und Eisenmassen im k. k. Hof-Mineralien-Kabinete in Wien) bewahrte die Wiener Sammlung schon 1843 aus 94, 1858 aus 137 verschiedenen Lokalitäten, die sich unter Tschermak's Leitung 1872 auf 182 Steine und 103 Eisen, also auf 285 Nummern erhoben hatte; die Berliner 1852 aus 97, 1862 aus 142; es findet sich dabei die berühmte Chladni'sche Sammlung. London und Paris hatten lange viel weniger, allein die ungeheuern Mittel des Britischen Museums werden bald alle Sammlungen weit überflügeln, denn 1869 zählte London schon 249, wo Wien nur einen mehr 250 hatte; Paris brachte es dagegen 1863 erst auf 86 Fundorte. Das Museum of the geological Survey in Calcutta machte 1867 ein Register von 152 Steinen und 95 Eisen bekannt; Göttingen 1869 105 Steine und 81 Eisen; Bonn 1875 63 Steine und Eisen; München 1868 11 Steine und 11 Eisen. Von Privatsammlern brachte in Amerika Shepard seine

211 Lokalitäten in eine besondere Classification (Jahrb. 1867. 719); in England hat Herr W. Neville seinen Katalog vom May 1872 auf 88 Eisen und 140 Steine gebracht. In Deutschland stand die Sammlung des Freiherrn von Reichenbach auf Schloß Raisenberg bei Wien, 1858 mit 114 Lokalitäten lange oben an. Sie ist mit größter Liberalität unserer Universität Tübingen geschenkt, wodurch 1871 unser Katalog auf 120 Steine und 80 Eisen gebracht wurde. Dr. Reichenbach durch den Fall von Blansko angeregt, scheute keine Mühe und Kosten, um eine so unvergleichliche Privatsammlung der Wissenschaft weihen zu können. Einer unserer ersten Kenner hat er die reichen Früchte seiner Beobachtungen in Poggendorfs Annalen seit 1857 (Band 101. 311; 102. 621; 103. 673; 104. 473; 105. 438, 551; 106. 476; 107. 155, 353; 108. 291, 452; 111. 353. 387; 114. 99, 250, 477; 115. 148, 620) in geistreicher Weise dargelegt, Brandrinde, inneres Gefüge und chemische Analyse ausführlich abgehandelt; sogar die Zeitfolge der Substanzen und Meteoriten in Meteoriten glaubt er nachweisen zu können. Ein merkwürdiger Regen meteorischer Eisen-Kügelchen, welche den Capitän Callum 60 geographische Meilen südwestlich von Java in der Sternschnuppennacht vom 14 Nov. 1856 überraschte, brachte ihn auf den Gedanken, daß der Schweif der Cometen nur Meteorstaub sei; daß in jeder Feuerkugel und Sternschnuppe ein Meteorstein stecke, aber die meisten würden in der Luft durch die ungeheure Reibung spurlos verbrannt, blos die größern vermöchten etwas zur Erde zu bringen. Tissandier (Compt. rend. 81. 576) fand in der Atmosphäre überall magnetische Kügelchen von $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{100}$ Millimeter Durchmesser. Factisch sind in unserm Jahrhundert jährlich 2 Steinfälle beobachtet: mit Berücksichtigung aller Umstände werden täglich 12 und jährlich 4500 Fälle à 1 Ctr. angenommen, so daß der Erde alljährlich ein kleiner Zuwachs würde. Unter den neuern zeichnete sich New-Concord im Staate Ohio (Pogg. Ann. 112. 493) 1. Mai 1860 aus: Mittags 12 Uhr ereignete sich die gewaltige Explosion, worunter ein Stein von 103 ℔, mehrere von 50 ℔, im Ganzen 700 ℔ gesammelt worden sind. Den größten Stein von 280 Kilogramm bewahrt das Wiener Museum, der mit vielen andern am 9ten Juny 1866 bei Knyahinga an der Ungarisch-Gallicischen Grenze fiel. Eine ausführliche Monographie gaben Buchner und Kesselmeyer in den Abh. Senckenb. nat. Ges. 1859—61. III. 313, worin auch eine Karte die Uebersicht sämmtlicher Steinfälle erleichtert. Nachträge erschienen Pogg. Ann. 122. 317; 124. 569; 132. 311; 136. 437 &c. Nach Shepard und Rammelsberg sind folgende Verbindungen aus den Meteoren bekannt:

1. Nickeleisen etwa 9 Theile Eisen mit 1 Theil Nickel und etwas Kobalt, was freilich dann bei verschiedenen sehr variirt. Das ältere Grönländische enthält nur 1,5 p. C. Nickel. Shepard glaubt, daß eine 165 ℔ schwere Eisenmasse von Walker ohne Zweifel meteorisch sei, obgleich das Nickel gänzlich fehle.

2. Kohle kommt als Graphit im Eisen zwar vor, aber in Klumpen und runden Röhren ausgeschieden und mit Troilit vergesellschaftet. Man

kann ihn leicht mit Daubrelit (Cmpt. rend. 83. 74) verwechseln, der in ähnlichen schwarzen Blättchen den Troilit umgibt, aber Cr S mit 62,4 Cr und 37,6 S enthält. Schon früher hat Shepard ein Schwefelchrom Schreibersit genannt, was Haidinger in Shepardit änderte (Abh. Berl. Akad. 1863. 121), es findet sich in kleinen Gängen und Körnern von Bishopville. Das meteorische Petroleum hat man Kabait genannt.

3. Phosphornickeleisen P Ni^2 Fe^4 (Schreibersit Jahrb. 1848. 698), zuweilen mit Magnesium. Die Verbindung bleibt bei der Lösung des Eisens als Rückstand, glänzt stark metallisch und sollte nach frühern Ansichten die Widmannstätten'schen Figuren bedingen. Glänzend zinnweiß wird es selbst beim stärksten Aetzen nicht angegriffen.

4. Schwefeleisen (unmagnetisch), als Krystalle von Magnetkies bei Juvinas, Sevier ꝛc. Oft erscheint es wie einfaches Schwefeleisen Fe S, da sich nach Rammelsberg beim Lösen in Salzsäure kein Schwefel ausscheidet. Beim derben Troilit, der hauptsächlich im Eisen Röhren ausfällt, scheint ein Ueberschuß von Schwefel vorhanden zu sein. Reichenbach fand im Blansko und Lockport auch Schwefelkies und noch ein viertes weißgelbliches Schwefeleisen (Pogg. Ann. 115. 635).

5. Magneteisen $\dot{Fe}\,\dddot{Fe}$ fand Berzelius in den Steinen von Alais und Luotalax in Finnland, vorzugsweise secundär in der Brandrinde. Ovifak scheint ausnahmsweise viel zu haben. Das damit isomorphe Chromeisen $\dot{Fe}\,\dddot{Cr}$ ist ebenfalls sehr im Meteoreisen verbreitet. Shepard bildete sogar kleine Krystalle davon ab.

6. Olivin $\dot{Mg}^3\,\dddot{Si}$ enthält gleich dem tellurischen eine kleine Menge von Nickel- und Zinnoxyd. Im Eisen von Krasnojarsk und Otumpa (Provinz Gran Chaco in Laplata) sind 8 At. $\dot{Mg}$ gegen 1 At. $\dot{Fe}$, wie beim basaltischen Olivin, im Stein von Luotalax hat er die Zusammensetzung des Hyalosiderits ꝛc. Theile der Meteorsteine kann man öfter als Olivin deuten. Dazu kommt jetzt noch das Bisilicat Broncit, der wenn er eisenarm wird in Enstatit übergeht, und das Trisilikat $\dot{Mg}\,\dddot{Si}$ Chladnit (Jahrb. 1852. 616).

7. Feldspäthe. Nur der Anorthit von Juvinas scheint außer Zweifel. Bei andern ist man noch nicht sicher, doch da man es stets mit durch Säuren zerlegbaren Feldspäthen zu thun hat, so können es nur Plagioklase sein.

8. Augitkrystalle sind bei Juvinas gefunden. Sonst bleibt es immer zweifelhaft, ob Augit oder Hornblende. Im Stein von Kl. Wenden bei Nordhausen, gefallen 16. September 1843, scheint sogar mit einiger Sicherheit die Analyse auf Labrador und Augit zu weisen, so meinte wenigstens Rammelsberg früher. Hornblende wird jetzt mehr auf Blätteraugite zurückgeführt, und es fällt auf, daß in der Gesteinsmischung Quarz, Kalifeldspath und Glimmer so gänzlich zurücktreten.

Shepard führt außerdem noch eine Menge Minerale in nordamerikanischen Aerolithen an, die man in der alten Welt nicht kennt. Apatit, Glimmer, Granat, Schwefel, eine Reihe schwefelsaurer Salze, auch neue

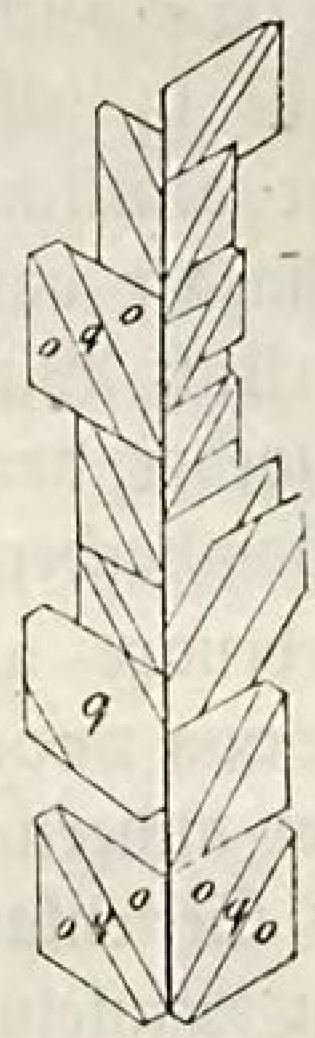
Minerale Apatoid, Jodolith, Chantonnit 2c. werden gemacht. Als unzweifelhaft kann man folgende 20 Elemente annehmen: Aluminium, Blei, Calcium, Chrom, Eisen, Kalium, Kiesel, Kobalt, Kohlenstoff, Kupfer, Magnesium, Mangan, Natrium, Nickel, Phosphor, Sauerstoff, Schwefel, Titan, Zinn, Spur von Lithium und Strontian hat die Spectralanalyse nachgewiesen. Zweifelhafter sind schon Antimon, Arsenik und Chlor. Auffallend ist die Seltenheit an Wasserstoff, denn das Wasser im Steine von Alais und selbst im Meteoreisen von Lenarto könnte terrestrischen Ursprungs sein. Man wollte daraus den Schluß ziehen, daß sie aus einem Gestirn kommen, das kein Wasser enthält, wie man das vom Monde glaubt. Immerhin ist es auffallend, daß Zeolithe, die in unsern vulkanischen Gesteinen eine so große Rolle spielen, fehlen.

Blei und Zinn.

Blei krystallisirt bei Hüttenprozessen zuweilen in regulären Oktaedern. Auch ist der Bleibaum seit alter Zeit bekannt, welcher sich aus essigsaurem Blei auf Zinkstäben niederschlägt. Was Wallerius von Maslau in Schlesien, Hauy aus den Vivarais anführen, scheinen Kunstprodukte; in die Laven von Madera soll es künstlich hineingeschossen sein (Jahrb. 1861. 120), dagegen am Stützerbach in Thüringen Hohlräume im Mandelstein erfüllen, Zerenner Mineral. Nachr. 1869. 33. Zu Alston Moor in Cumberland kam es eingesprengt im Quarz mit Bleiglanz am Ausgehenden eines Ganges vor, aber zugleich mit Schlacke und Bleiglätte, was die Sache auch wieder verdächtigt; doch erkennen Greg und Lettsom dieses natürliche Vorkommen an. Hr. Prof. Nöggerath (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. VI. 674) macht ein Gemenge von Bleiglanz, Bleiglätte und gediegenem Blei von Zomelahuacan im Staate Vera Cruz bekannt, auf welches förmlicher Bergbau getrieben wird. In den manganreichen Magneteisenlagern am Pajsberge in Schweden zeigen sich oxydirte Bleche bis $\frac{1}{4}$ Zoll dick (Jahrb. 1866. 226). Auch die kleinen Bleikörner in den Goldwäschen von Slavonien und Siebenbürgen bezweifelt Zepharovich nicht. Ebenso am Ural und Altai. Kokscharow (Material VI. 236) erwähnt es auch aus der Kirgisensteppe. Meteorblei pag. 720.

Rein Bleigrau, mit starkem Metallglanz, Härte 1—2, Gew. 11,4. Schmilzt bei 335° C und verdampft; beim Erstarren zieht es sich beträchtlich zusammen, so daß gegossene Kugeln nicht vollkommen rund bleiben. Das Schrot wird daher mit 2 Arsenik versetzt, damit es sich besser rundet. Es überzieht sich leicht mit einer grauen Oxydationshaut, welche es vor weiterm Angriff schützt, wie man aus dem Schleuderblei der Alten sieht, was hin und wieder noch in eiförmigen Stücken gefunden wird. England gewann 1854 gegen 64,000 Tonnen, Deutschland 1874 1,400,000 Ctr. Europa zusammen über 5 Mill. Ctr., darunter Spanien mit $1\frac{1}{3}$ Mill. Es findet vielfache Anwendung, ist aber giftig. Harte Wasser hindern in Röhrenleitungen die Lösung, weiche dagegen mit Luft lösen etwas $\dot{P}b\dot{\dot{H}}$.

Zinn soll geschmolzen unter günstigen Umständen auch in regulären Oktaedern (?) krystallisiren. Dagegen sind die Krystalle, welche man auf galvanischem Wege aus Zinnchlorür darstellt, viergliedrig (Pogg. Ann. 58. 660): Oktaeder o = a:a:c mit 57° 13' Seitk. und 140° 25' Endk. herrscht vor, a = $\sqrt{6,723}$. Die erste quadratische Säule q = a : a : ∞c fehlt auch selten. Miller gibt noch das nächste stumpfere Oktaeder a : c : ∞a, dann a : a : 3c, a : 3c : ∞a und a : ∞a : ∞c an. Auffallender Weise bilden sie lange Stäbe nach Art der dendritischen Metallbäume, die aus aneinander gereihten Zwillingen bestehen. Die Reihen kleiner Oktaeder haben o gemein und liegen umgekehrt, nicht selten geht wie beim gediegenen Kupfer eine Hauptlamelle ganz durch. Isomorph mit Bor.



Zinnweiß, die Farbe läuft nicht an. Beim Biegen zeigen Zinnstangen einen eigenthümlich knirschenden Ton (Zinngeschrei), H. = 2, Gew. 7,29. Schmilzt bei 225° C., ist daher das schmelzbarste unter den dehnbaren Metallen. Bei starker Kälte zerfällt es dagegen zu eckigen Stängeln, die schon bei schwachem Drucke zerbröckeln. Bildet in Salzsäure leicht lösliches Zinnchlorür Sn Cl. Es wird fast einzig und allein aus Zinnstein gewonnen, hier wurde auch von den ältern Mineralogen gediegenes Vorkommen angegeben, und es soll wirklich mit dem Golde von Miask (Journ. prakt. Chem. 33. 800) und Guyana (Compt. rend. 52. 688) sich finden. Romé de l'Isle wollte es von Cornwall besitzen (Hauy Mineralog. IV. 177), und in Mexico kommen ductile Metallplättchen mit Wismuthspath pag. 529 vor. Nimmt den Metallen die Geschmeidigkeit, und macht sie klingend und hart.

Titan. Dafür hat man lange die kleinen kupferrothen Würfel gehalten, welche sich in der sogenannten Sau der Hochöfen bilden, und welche Wollaston (Phil. Transact. 1823) zuerst in den Schlacken von Merthyr-Tydvil in Südwallis erkannte. Sie haben über Feldspathhärte, Gew. 5,3. Nach Wöhler (Pogg. Ann. 78. 401) enthalten sie jedoch neben 78 Ti noch 18,1 Stickstoff und 3,9 Kohle, bestehen daher aus Cyan-Stickstoff-Titan mit 16,2 Titancyanür und 83,8 Stickstofftitan, Ti Cy + 3 Ti^3 N. Vorzügliche Krystalle zu Schussenried in Oberschwaben.

Spröde Metalle, gehören nicht mehr dem regulären sondern dem rhomboedrischen Systeme an. Schon oben haben wir dieß beim Osmiridium pag. 708 gesehen. Auffallender noch ist es beim gediegenen Wismuth, Antimon, Arsenik und Tellur, die rhomboedrisch und zugleich isomorph sind (G. Rose Pogg. Ann. 77. 143).

9. Wismuth.

Bisemutum Agricola Bermannus pag. 693; Plumbum cinereum Snebergi effoditur e fodina, cui nomen inde Bisemutaria, de natura foss. 575 und 644. Tectum argenti der alten Bergleute, weil

das Silber darunter lag. Bismuth natif. Es wurde früher als regulär beschrieben. Besonders schön bekommt man die künstlichen Krystalle in zelligen scheinbaren Würfeln, deren sämmtliche Ecken durch vier sehr deutlich blättrige Brüche abgestumpft werden, die einem regulären Oktaeder von 109° 28′ entsprechen würden, wenn die genannten Krystalle wirklich Würfel wären. Zu Schneeberg kommt auch das scheinbare Granatoeder vor. G. Rose zeigt aber, daß jener Würfel ein etwas scharfes Rhomboeder mit 87° 40′ in den Endkanten sei, also für $c = 1$ ist die Nebenaxe $a = \sqrt{0,588}$. Dem zufolge soll der blätterige Bruch $o' = c : \infty a : \infty a : \infty a$ in der Geradendfläche etwas deutlicher sein, als die drei andern des nächsten schärfern Rhomboeders $o = \frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a' : \infty a : c$, die Seitenkante $o/o = 110° 33'$ und die Kanten $o/o' = 108° 23'$ liegen den Winkeln des regulären Oktaeders so nahe, daß sie leicht zu verwechseln waren. Auch das nächste stumpfere Rhomboeder $d = 2a' : 2a' : \infty a : c$, dem Rhomboeder des Granatoeder nahe, ist etwas blättrig, wie man bei den sächsischen Krystallen sieht. Den wichtigsten Beweis für das rhomboedrische System bilden jedoch die Zwillinge: zwei Hauptrhomboeder haben die Fläche des nächsten stumpfen Rhomboeders d gemein, und liegen umgekehrt. Wir haben dann rhombische Säulen von 87° 40′ mit einem Paare auf die scharfen Kanten aufgesetzt, das sich unter 173° 16′ schneidet. Wären die Hauptrhomboeder Würfel, so könnte dieses Gesetz gar keinen Zwilling geben, denn es würden alle Flächen einspiegeln. Die krystallinische Masse findet sich in der Natur häufig in gestrickten, schmalstrahligen Massen im Gestein eingesprengt.

Röthlich silberweiß, aber gern grün und roth d. h. taubenhälsig angelaufen, woher es sogar seinen Namen haben soll, bunt wie eine „Wiesenmatte". Härte 2—3, milde wie Glaserz, aber nicht mehr dehnbar, Gew. 9,8. Es ist am stärksten diamagnetisch pag. 161.

Schmilzt sehr leicht 264° C schon auf einem stark geheizten Ofen, brennt aber nicht fort, und beschlägt die Kohle gelb. Es dehnt sich dabei aus, und hat wie Wasser bei + 4° seine größte Dichtigkeit. In Salpetersäure löslich, aber die Lösung gibt durch Zusatz von viel Wasser einen weißen Niederschlag, weil sie sich in ein basisches Salz (Schminkweiß) zerlegt, das niederfällt, und in freie Säure, welche einen Theil des Salzes in Lösung erhält. Mit Salzsäure fällt unter gleichen Umständen Oxychlorür $\ddot{B}i^2 + Bi\,Cl^3$ nieder, worauf in Freiberg die Gewinnung geringer Mengen beruht, Berg. Hütt. Zt. 1876 pag. 80. Man kann Rhomboeder von Zollgröße in den prachtvollsten stahlgrauen, purpurrothen oder smaragdgrünen Farben krystallisiren lassen (Pogg. Ann. 31. 132), wenn man das käufliche Metall längere Zeit mit Salpeter schmilzt, bis die Probe nicht mehr roth oder blau, sondern grün und gelb anläuft. Gießt man es dann in einen erwärmten Röstscherben, läßt es langsam erkalten, stößt die obere erstarrte Kruste mit einer glühenden Kohle durch, gießt das innere flüssige Metall ab, und zerbricht nach einer halben Stunde, so kommen die schönsten Krystalldrusen zum Vorschein,

die besonders prachtvoll in Paris gemacht werden. Newtons leichtflüssiges Metall, bei $94\frac{1}{2}$° C. schmelzbar, besteht aus 8 Theilen Wismuth 5 Blei und 3 Zinn; 8 Bi 4 Pb 2 Sn mit 2 Cadmium schmilzt schon bei 70° C. (Pogg. Ann. 112. 406); die Legirung von Lipowitz 15 Bi 8 Pb 4 Sn 3 Cd schmilzt sogar schon bei $65\frac{1}{2}$°. Dient zum Abnehmen der Winkel großer Krystalle, zu Sicherheitsventilen bei Dampfkesseln 2c. Statuenmetall besteht aus Kupfer, Zinn und Wismuth. Schnellloth, Arzneimittel. Dem Glase ertheilt es ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen, als das Blei, und macht es dabei minder weich.

Das sächsische Erzgebirge hatte früher das Monopol, es wurden 800 Ctr. durch Aussaigern gewonnen, und zwar nur aus dem gediegenen Vorkommen in den Erzen der Blaufarbenwerke. Neuerlich hat sich der Preis sehr gesteigert, da es als basisches Wismuthnitrat besonders in warmen Gegenden gegen Cholera und chronische Diarrhöen dient, und 1866 „der groteſk weißgeschminkte Clown die stehende komische Figur der Arenen ward". Auch zu Britanniametall findet es neuerlich Verwendung: 1869 stieg in Paris das Kilogramm von 11 auf 55 Franken! Bricht zusammen mit Speiskobalt und Kupfernickel auf den silberhaltigen Kobaltgängen, und ist daher der Aufmerksamkeit der ältesten Bergleute nicht entgangen. Besonders reich ist Sachsen: Schneeberg, wo das ästige in einem rothen Jaspis brach; Annaberg, Johann-Georgenstadt, sehr schön blättrig auf den Zinnstockwerken zu Altenberg. Fürstenbergische Gruben auf dem Schwarzwalde, Bieber in Hessen im Zechstein 2c. Mt. Ramsay in Tasmarien. Bolivia führt Erze mit 23 p. C. Bi aus.

Wismuthgold Au^2 Bi (blackgold) nach dem Fundorte Maldonit genannt, wurde von Herrn Ulrich in Melbourne fein in Quarz mit Gold und Arsenikkies eingesprengt gefunden, es hat die Farbe des Arsenikkieses, ist aber geschmeidig, Jahrb. 1875. 287.

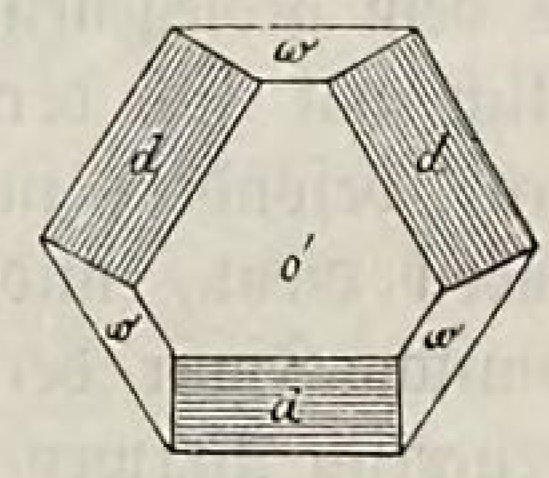
Vererzt kommt es vor im Wismuthglanz $\dddot{B}i$, Wismuthsilber, Tetradymit; als Wismuthocker nimmt es auch wohl Kohlensäure auf (Bismutit, Wismuthspath pag. 529), Wismuthblende pag. 453. Während des Krieges 1870 war es für Frankreich »inabordable même pour les médicaux« (Ann. Chim. Phys. 1874. III. 454), jetzt haben sich Erze bei Meymac (Corrèze) in Quarzgängen des Granites gefunden, zusammen mit Wolfram und Tungstein: metallisch, oxydisch, geschwefelt und hydratisch kohlensauer.

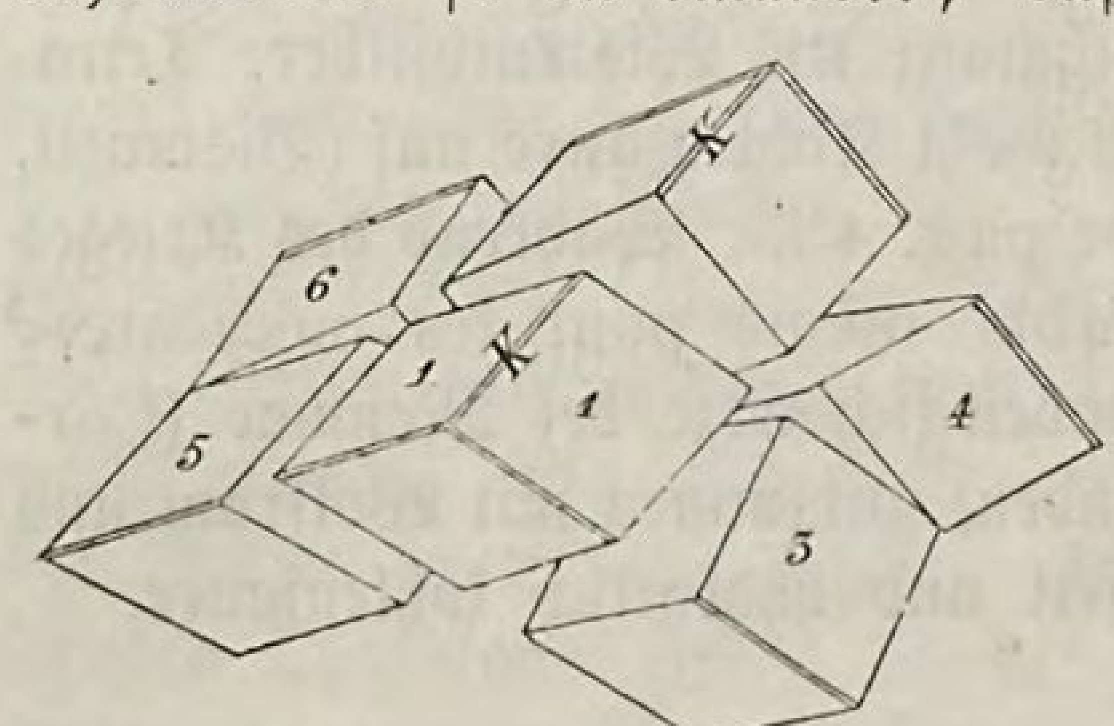
10. Antimon.

Der Name Antimonium kommt schon um das Jahr 1100 bei Alchymisten vor, ja nach einigen schon im 8ten Jahrhundert; nebenbei lief aber auch *στίμμι στίβι*, Stibium, doch wurde unter letzterm mehr Grauspießglanz verstanden, woraus Basilius Valentinus den regulus Antimonii (curriculus triumphalis antimonii, Amsterdam 1685) darstellte. Der Stern des Antimoniums, das Wunder der Alchymisten, entsteht durch Dendriten auf der Oberfläche des Regulus bei langsamem Erkalten. Es lieferte die

„ewigen Pillen", die immer wieder unverdaut durch den Leib gehen sollten. Gediegen wird es zuerst von Swab im Kalkspath der Silbergruben von Sala in Schweden erwähnt (Abhandl. Schwed. Akad. 1748), 1780 kam es Arsenikhaltig zu Allemont in der Dauphiné vor (Mémoirés de l'Acad. Sc. Par. 1781), und Klaproth (Beitr. III. 169) analysirte es von Catharine Neufang bei Andreasberg. Insel Borneo. Kopfgroße Stücke auf der Russelmine bei Quebeck, Berg. Hüttz. 1867. 144. Kleine Mengen die Quellen von Rippoldsau, Kissingen, Brückenau, Mondorf. Kein zweites Erz hat in der Jatrochemie eine solche Rolle gespielt.

Rhomboeder ω 87° 36′ in den Endkanten, $a = \sqrt{0{,}586}$, chemisch kann dieses dargestellt werden (Hessel Jahrb. 1833. 56). Der deutlichste Blätterbruch $o' = c : \infty a : \infty a : \infty a$ stumpft die Endecke ab, er herrscht entschieden vor, wie man beim Zerschlagen wahrnimmt. Etwas weniger blättrig sind ferner die Flächen des nächsten stumpfern Rhomboeder $d = 2a' : 2a' : \infty a : c$, welche Streifen auf dem ersten Blätterbruch erzeugen. Mohs fand bei körnigen Stücken von Allemont den Endkantenwinkel d/d 117° 15′. Das nächste schärfere Rhomboeder $o = \frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a' : \infty a : c$ ist dagegen nur wenig blättrig, ebenso die zweite sechsseitige Säule. Die Sache verhält sich daher anders als beim Wismuth, wo die drei Flächen des Rhomboeder o noch sehr deutlich blättrig sind. Bei Andreasberg kommt auch das zweite stumpfere Rhomboeder $4a : 4a : \infty a : c$ vor. Einen flächenreichen Krystall bildete Römer ab (Jahrb. 1848. 310). Häufig Zwillinge: zwei Individuen haben die Fläche des nächsten stumpferen Rhomboeder d gemein und liegen umgekehrt. G. Rose (Pogg. Ann. 77. 145) bildete nach diesem Zwillingsgesetz Sechslinge von Andreasberg ab, darin legen sich je zwei Rhomboeder so an einander, daß ihre gemeinsamen Endkanten (kk 1 und 2) in eine Flucht fallen, ihre Angränzungsfläche aber senkrecht gegen diese gemeinsame Kante steht. Haben sich nun so die Individuen 1 und 2 zu einander gestellt, so bleiben von jedem noch zwei freie Kanten für die übrigen vier über: 3 liegt gegen 1, wie 4 gegen 2. Da der ebene Winkel der Rhomboederfläche 87° 28′ beträgt, so bleibt in der Ebene der Flächen 1 2 3 4 rechts, wie in der 1 2 5 6 links zwischen den Kanten angränzender Individuen ein Winkelraum von 5° 4′, der sich ausfüllt. Wenn links und rechts vier Individuen 1 2 3 4 und 1 2 5 6 einspiegeln, so spiegeln vorn und hinten quer gegen die gemeinsame Kante kk nur drei: 1 3 5 und 2 4 6. Der Winkel zwischen 3/5 und 4/6 beträgt in letztern 87° 28′. Es ist uns dadurch eine förmliche zweigliedrige Ordnung geworden. Man kann dieselbe aus zwei Vierlingen 1 2 3 5 und 2 1 4 6 entstanden denken, die sich zwillings-





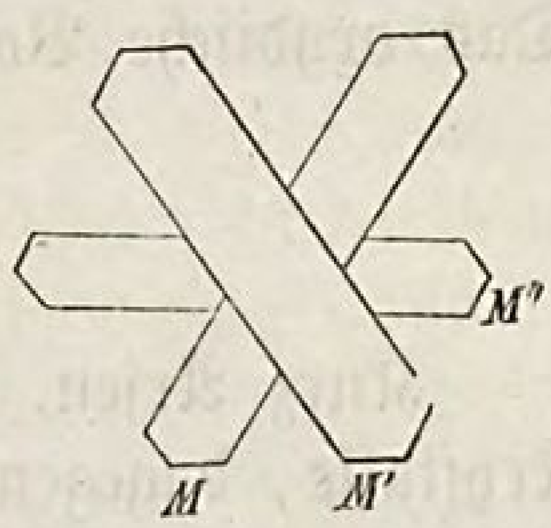
artig an einander lagerten. Jeder Vierling bildet eine dreigliedrige Ordnung, z. B. das Hauptindividuum 1 nimmt die Mitte ein, in dessen Endkanten-Verlängerung die Zwillingskanten von 2 3 5 liegen. Alles aber ist nur Folge des einen einfachen gewöhnlichen Zwillingsgesetzes. Natürliche Krystalle sind selten schön, dagegen kommen sie zufällig bei Hüttenprozessen vor; wie z. B. auf der Bleihütte Münsterbusch bei Aachen, wo Laspeyres (Jahrb. 1876. 430) den Endkantenwinkel des Rhomboeder 87° 6′ 50″ fand, sie waren nur etwas durch Blei verunreinigt.

Zinnweiß, in derben körnigen Stücken. Härte 3—4, wenig spröde, Gew. 6,6.

Vor dem Löthrohr geschmolzen glüht es fort, raucht stark und bedeckt sich dabei mit weißen Krystallnadeln von Antimonoxyd. Es verbrennt im Chlorgas schon bei ganz mäßiger Wärme. Arsenikgeruch fehlt nicht. Ein kleiner Silbergehalt läßt sich mit Blei abtreiben. Künstlich kann man es amorph und krystallinisch darstellen (Gore, Pogg. Ann. 103. 486).

Arsenantimon von Allemont (Allemontit) ist dunkelfarbiger als das reine, soll nach Rammelsberg 37,8 Sb und 62,2 As haben, könnte also Sb As^3 sein.

Antimonsilber (Diskrasit) Ag^2 Sb mit 77 Ag, 23 Sb. Zweigliedrig. Die grobblättrigen bilden vielfach gestreifte Säulen, deren Geradendfläche B deutlich blättrig wegbricht. Es scheint dieß der am leichtesten darstellbare Blätterbruch. Die gestreiften Säulen schneiden sich öfter in Drillingen unter ungefähr 60°. Wenn man daher die Stellung mit Mohs Aragonitartig nimmt, so würden die Individuen die Säulenfläche M = a : b : ∞c gemein haben, und umgekehrt liegen, die Streifen der Säule giengen der Axe a parallel, und es müßte der blättrige Bruch B = a : ∞b : ∞c die stumpfe Säulenkante von M/M gerade abstumpfen. Die Geradendfläche c : ∞a : ∞b ist auch blättrig. Schon Hauy glaubte am Ende der gestreiften Säule den blättrigen Bruch eines stumpfen Rhomboeders beobachtet zu haben, und allerdings kommen außer der Säule M noch mehrere schiefe vor, doch hält es schwer, sie darzustellen. Nach Hausmann (Handb. Mineral. 58) soll b : c : ∞a 112° 14′ deutlich blättrig sein, derselbe gibt von Andreasberg noch mehrere andere Flächen an.



Farbe steht zwischen Zinnweiß und Bleigrau in der Mitte, auf der Oberfläche laufen die Krystalle aber silberweiß an, so daß man sie mit Silber verwechseln würde, allein beim Schlage zerspringen sie längs der Blätterbrüche, obgleich der Strich milde ist. Eigenthümlich ist an manchen Stellen, besonders wenn sich Bleiglanz daran legt, ein messing- bis goldgelber Anflug, der nach Hausmann von Manganoxyd herrühren soll. Härte 3—4, Gew. 9,8.

Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht, und reducirt sich nach einigem Blasen zu einem Silberkorn.

Im vorigen Jahrhundert kam es auf der Grube Wenzel bei Wolfach im Schwarzwalde in centnerschweren Blöcken vor, mit Bleiglanz, Fahlerz und gediegenem Silber, die eine große Silberausbeute gaben. Schon Klaproth (Beiträge II. 298) unterschied ein feinkörniges mit 84 Ag und 16 Sb und ein grobkörniges mit 76 Ag und 24 Sb. Letzteres ist das krystallisirte und daher wahrscheinlich die bestimmtere chemische Verbindung, während ersteres sich so eng an das mitvorkommende gediegene Silber anschließt, daß man öfter an ein und demselben Stücke die Grenzen nicht ziehen kann. Am ausgezeichnetsten auf Katharina Neufang und Samson bei Andreasberg. Manche sind auch mit Arsenik gemischt.

Antimon wird aus Grauspießglanz dargestellt: man löst in Salzsäure, fällt durch Zink oder Eisen das Metall als Pulver, welches gewaschen unter Kohlenstaub leicht zusammenschmilzt. Hartblei zu Buchdruckerlettern enthält 20 Antimon: si Stibi in catinis excoctum additur in plumbum album, libraria fit temperatura, Agricola nat. foss. pag. 575. Wichtig in der Arzneikunde ꝛc. Antimoniete werden wir bei den geschwefelten Metallen kennen lernen, wo nicht blos $Sb\,S^3$ die Stelle der Säure vertritt, sondern auch im Nickelantimonglanz, Antimonnickel ꝛc. geradezu an die Stelle des Schwefels Antimonmetall kommt. Das oxydische Vorkommen (Weißspießglanz) ist unwichtig.

11. Arsenik.

Kurz Arsen, ἀρσενικόν. In der Natur findet man selten meßbare Krystalle, dagegen kann man sie durch Sublimation erhalten, der Endkantenwinkel des Hauptrhomboeder beträgt 85° 4', daher $a = \sqrt{0{,}508}$, doch ist dieses nicht blättrig, sondern wie beim Antimon das nächste stumpfere $d = 2a' : 2a' : \infty a : c$ (113° 56'). Aber auch diese Winkel konnte G. Rose nicht messen. Dagegen sind die Geradendflächen $o' = c : \infty a : \infty a : \infty a$ noch blättriger und glänzender als beim Antimon, und da diese Blättchen sich immer zu Zwillingen, die d gemein haben und umgekehrt liegen, verbinden, so wurde aus dem leicht meßbaren Zwillingswinkel o/o = 77° 1' der Winkel des Hauptrhomboeders berechnet. Ein Rhomboeder $\frac{2}{3}a' : \frac{2}{3}a' : \infty a : c$ kommt bei künstlichen Tafeln vor. Nach Cooke (Silliman Amer. Journ. 1861. XXXII. 119) künstlich auch regulär.

In der Natur findet gediegen Arsenik sich gewöhnlich in feinkörnigen Massen mit nierenförmiger Oberfläche und schaaliger Absonderung, daher von den Bergleuten Scherbenkobalt genannt. Die Oberfläche schwärzt sich in feuchter Luft schnell mit Suboxyd $As^2\,O$, schlägt man jedoch ein Stück ab, so tritt eine licht bleigraue Farbe vor, die sich in trockener Luft hält, in feuchter aber bald wieder anläuft. Härte 3—4, zwar spröde, aber doch noch mit glänzendem Strich. Gew. 5,8. Man hüte sich, den eingesprengten Bleiglanz von Joachimsthal und Andreasberg nicht für blättrigen Arsenik zu nehmen.

Auf Kohle glimmt es nach dem Anzünden fort, und verflüchtigt sich ohne vorher zu schmelzen unter einem unangenehmen knoblauchartigen Geruch. Nur unter einem Luftdruck ist es schmelzbar. Da die arsenige Säure Äs geruchlos ist, so kommt der Geruch von flüchtigem gediegenem Arsenik, was durch Kohle und Metall immer wieder aus Äs reducirt wird. Er findet sich hauptsächlich auf Kobalt- und Silbergängen in Sachsen, auf dem Harz bei Andreasberg, auf dem Schwarzwalde bei Wittichen, in den Vogesen bei Markirch ꝛc. Derbe Massen kommen auch als „Fliegenstein" roh in den Handel. Antimon gewöhnlicher Begleiter, der sich daher auch mit ihm legirt. Breithaupt's Arsenglanz von der Grube Palmbaum bei Marienberg im Gneis hat 96,8 Arsen und 3 Wismuth, dunkelbleigrau, mit einem deutlichen Blätterbruch, etwas niedrigerem Gew. 5,4, ist verunreinigtes Arsenik, Jahrb. 1874. 677.

Arsen ist nicht blos von Walchner (Pogg. Ann. 69. 557) in den Niederschlägen der Quellen aller Orte gefunden, sondern Daubrée weist es mittelst des Marsh'schen Apparates im Basalt, selbst im Meerwasser nach, Otto fand es sogar im Kesselstein seines Theekessels. Es verbindet sich nemlich mit Wasserstoff im Statu nascente leicht, zersetzt sich aber in der Hitze wieder, und gibt dann auf einer Porzellanschale einen metallischen Beschlag. In Stein- und Braunkohlen hängt es offenbar mit dem Schwefelkies zusammen. Auch ist die rohe Schwefelsäure arsenhaltig, was sich mit Chlorbaryum entfernen läßt, indem sich flüchtiges Arsenchlorid bildet, was Landwirthe zu beherzigen haben. Unter den Erzen ist besonders Arsenikkies hervorzuheben; Arseniksäure haben wir schon bei der Phosphorsäure kennen gelernt; unwichtiger ist arsenige Säure Äs. Dagegen spielt Schwefelarsenik $As S^3$ unter den Sulphosäuren eine wichtige Rolle.

12. Tellur.

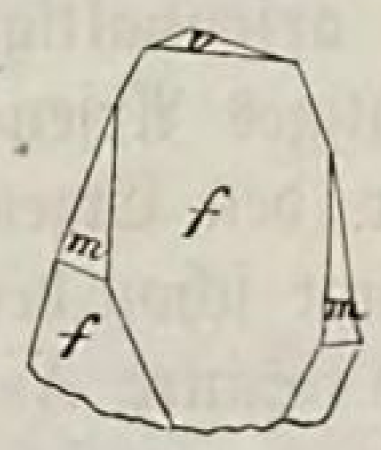
Man kannte es schon längst als Aurum paradoxum oder Metallum problematicum von der Grube Mariahilf zu Facebay bei Zalathna in Siebenbürgen, aber erst Klaproth (Beitr. III. 1) entschied im Jahre 1798 über seine chemischen Eigenschaften. Phillips beschrieb es als ein Dihexaeder von 130° 4′ in den End- und 115° 12′ in den Seitenkanten, dessen Seitenkanten durch die erste sechsseitige Säule abgestumpft sind: kleine glänzende Krystalle, in Drusenräumen von Quarz, G. Rose fand den Seitenwinkel 113° 32′, und nimmt man das Dihexaeder als ein Dirhomboeder, so würde das Rhomboeder 86° 57′ in den Endkanten haben, folglich $a = \sqrt{0,5656}$ sein. Die Structur kann wegen der Kleinheit nicht beobachtet werden. Mohs gab auch ein Rhomboeder von 71° 51′ Endk. an, welches einer Rhombenfläche $a : \frac{1}{2}a : a : c$ entspricht, und mit seinen Flächen auf die Seitenkanten der sechsseitigen Säule aufgesetzt ist. Auch das Tellur erhält man durch Schmelzen wie das Antimon in Rhomboedern von 85°—86°, allein der Blätterbruch entspricht daran der ersten sechsseitigen Säule $a : a : \infty a : \infty c$; auch die Geradendfläche c :

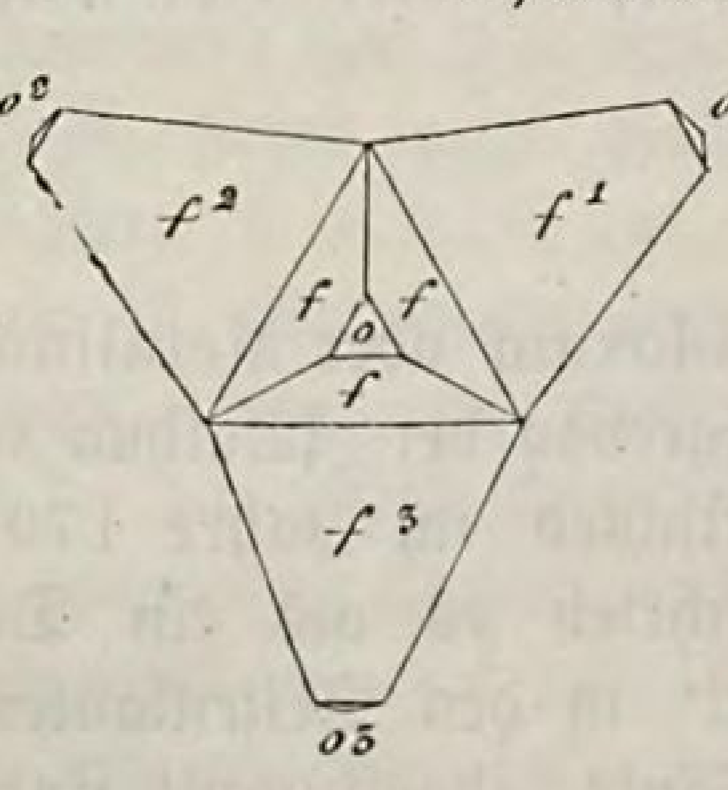
∞a : ∞a : ∞a ist etwas blättrig. Das sind bei Gleichheit der Form immerhin merkwürdige Unterschiede von Antimon und Arsen. Rammelsberg (Monatsber. Berl. Akad. 1875. 379) nimmt es daher, wie Schwefel und Selen, zweiwerthig.

Zinnweiß bis Stahlgrau, Härte 2—3, milde, Gew. 6,3.

Auf Kohle schmilzt es so leicht wie Antimon, brennt aber mit grünlicher Flamme. Ein Rettiggeruch kommt vom beigemischten Selen. Nach Petz 97,2 Te und 2,8 Gold. Die jetzt verlassene Grube zu Facebay auf Gängen im Karpathensandstein war lange der einzige Fundort, dann entdeckte es Genth (Silliman Amer. Journ. May 1868 Bd. 45) auf der Stanislausgrube von Californien, Bertrand (Jahrb. 1870. 465) bekam es von Sacramento in Chile, und besonders bedeutend scheint nach Dr. Endlich (Hayden, Annual Report of Terrotories for the Year 1873. pag. 355 und 688) der Reichthum an den edelsten Tellurerzen auf der Red Cloud mine von Colorado zu sein. Beim Verhütten der Erze werden Tellurdämpfe als giftig gefürchtet.

Tellurwismuth (Pogg. Ann. 21. 595) aus einer Lettenkluft der Grünsteinformation von Schoubkau bei Schemnitz in Ungarn, wird von G. Rose wegen seiner rhomboedrischen Form hierhin gesetzt. Die Krystalle sind nur mit ihrem ausgezeichneten Blätterbruch o = c : ∞a : ∞a : ∞a in Zwillingen meßbar. Darnach berechnet hat das gewöhnlich vorkommende Rhomboeder f = ½a′ : ½a′ : ∞a : c 66° 40′ in den Endkanten, mit ihm verbindet sich m = ¼a : ¼a : ∞a : c, doch sind m und f häufig so krumm, daß man sie für Säulenflächen nehmen könnte. Hauptrhomboeder a : a : ∞a : c 81° 22′ Endkant. kommt nicht vor, allein es bestimmt die Zwillinge: wie beim Antimon legen sich die Endkanten der Hauptrhomboeder in eine Flucht, die Grenzen der Zwillingsindividuen stehen senkrecht gegen die Endkante. Zwei Rhomboederflächen f und f′ kehren sich folglich gegen einander, und die meßbaren Blätterbrüche o/o′ schneiden sich unter 95°. Häufig bilden sich Vierlinge, indem an ein Hauptindividuum f sich drei Individuen f^1 f^2 f^3 anlegen. Man darf sich nur das Hauptrhomboeder, welches das nächste stumpfere je von f f^1 f^2 f^3 bildet, hinzudenken, so liegen mit den Endkanten des Hauptindividuums je eine Endkante der drei Nebenindividuen in einer Flucht. Damit ist eine dreigliedrige Ordnung geschlossen. Haidinger, dem wir die Bestimmung danken, hat wegen der Häufigkeit von Vierlingen (τετράδυμος) das Mineral Tetradymit genannt. Blättriger Tetradymit (Bornin) mit Schwefelwismuth zu Keswick in Cumberland, Lumpkin-County in Georgia (Amer. Journ. 1859. XXVII. 39), namentlich mit Gold im Takonischen System (Jahrb. 1867. 443), auf dem Atlantischen Abhange des Felsengebirges (Jahrb. 1873. 476), auf der berühmten





Red Cloud Grube in Colorado, großblättrig und in ansehnlicher Menge auf der Oncle Sams Grube in Montana mit eingesprengtem Gold im Dolomit (Jahrb. 1875. 187).

Licht bleigraue Farbe mit starkem Glanz auf frischem Blätterbruch, die Oberfläche matt wie Blei. H. = 2 und milde, Gew. 7,5.

Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht, verbreitet einen schwachen Selengeruch, und beschlägt innen die Kohle gelb (Wismuth), außen weiß. Dabei glänzt ein Metallkorn, was immer kleiner wird: 58,3 Bi, 36 Te, 4,3 S führt vielleicht zu der Formel $Bi^2 Te^2 S$. Zu Highland auf Oncle Sams Grube in Montana hat sich nach Genth die Oberfläche zu Montanit $\ddot{B}i \ddot{T}e \dot{H}^2$ oxydirt, welchen man mit Salzsäure wegnehmen kann. Auf den Goldlagern von Virginien kommen Blätter im Glimmerschiefer vor (Silliman Amer. Journ. 2 ser. 10. 78). Dagegen weicht Werner's Molybdänsilber von alten Halden zu Deutsch-Pilsen ohnweit Gran im Gehalte etwas ab: 61,1 Bi, 29,7 Te, 2 Ag, 2,3 S. Zu San Jozé bei Villaricca in Brasilien kommt im Marmor der Goldlager etwas ganz ähnliches vor, man könnte es mit glimmerigem Eisenglanz verwechseln (Hausmann Leonhard's Jahrbuch 1852. 698), es sind blättrige sechsseitige Tafeln. Die Analyse von Damour gab aber 79,1 Bi, 15,9 Te, 3,1 S, 1,5 Se.

Tellursilber Ag Te, Hessit (G. Rose Pogg. Ann. 18. 64) bricht nesterweis im Talkschiefer auf der Grube Sawodinskoi bei Barnaul am Altai in Centnerschweren Blöcken, ist körnig, Gew. 8,5, etwas weniger geschmeidig und lichter (ins Stahlgrau) als Glaserz, 62,4 Ag, 36,9 Te. In Chili (Jahrb. 1876. 664) mit 5 p. C. Blei. Peters fand es bei Rezbanya und meint isomorph mit Kupferglas; Petz (Pogg. Ann. 57. 471) in den Goldgängen bei Nagyag in Siebenbürgen, wo es in Begleitung von

Tellursilbergold, Petzit (Ag, Au) Te sich fand. Dieses hat 46,7 Ag, 18,3 Au, 35 Te. Gew. 8,8, Farbe dunkeler und Geschmeidigkeit noch geringer als bei Ag Te. Auf der Stanislausgrube in Californien kamen auch Spuren von reinem Tellurgold, Calaverit $Au Te^4$ vor (Jahrb. 1873. 490). Auf der Grube Red Cloud bei Goldhill in Colorado fand sich Petzit in solchen Mengen, daß er dort wichtiger als das fein vertheilte gediegene Gold ist. Der Gold- und Silberwerth der Tonne à 20 Ctr. stieg bei dem besten Erze auf 26000 Dollar, Jahrb. 1873. 494.

Tellurblei Pb Te (Altait), auf der Grube Sawodinskoi in kleinen derben Parthien dem Tellursilber beigemischt, hat einen dreifachen Blätterbruch, wie Bleiglanz. Läßt sich zu Pulver reiben, gelblich zinnweiß, Härte 3. Bricht auch in größern Mengen auf den Gruben Stanislaus in Californien und Red Cloud in Colorado. Durch die Entdeckung der Tellurerze in Amerika überhaupt sind noch eine ganze Reihe neuer Verbindungen gefunden worden, wovon ich nur das Tellurnickel $Ni^2 Te^3$ (Melonit) von der Stanislausgrube in Californien erwähne, mit 21 Ni, 73,4 Te, 4 Ag, von Wismuthähnlicher Farbe und einem deutlichen Blät-

terbruch, Jahrb. 1873. 489. Ein Tellurwismuthsilber Ag S + 2 Bi Te mit 48,5 Bi, 24,1 Te, 23,3 Ag, 3,3 S analysirte Rammelsberg (Ztschr. d. geol. Ges. 1869 XX. 82) von der Sierra de Tapalpa zwischen Guadalaxara und Colima in Mexico, Gew. 7,8, grau und mild.

Tellur steht zum Golde in einer merkwürdigen Beziehung, wie Schrifterz und Blättererz beweisen, worin neben Gold das Tellur einen wesentlichen Bestandtheil bildet. Auch soll zuweilen Tellurige Säure (T̈e) das gediegene Tellur begleiten. Zur Gewinnung des Tellur dient vorzüglich Tellurwismuth, in Beziehung auf Menge das wohlfeilste.

Zink, bläulich weiß. Steht zwar zwischen Spröde und Geschmeidig, allein sein deutlich blättriger Bruch stellt es zu den rhomboedrischen. Auf der Zinkhütte bei Aachen kommen nach Nöggerath reguläre sechsseitige Säulen mit blättriger Geradendfläche vor; in Oberschlesien erzeugen sich dagegen durch Sublimation Zinktropfen mit vielen Facetten ähnlich den Polyedern des Buntbleierzes pag. 568. Niklès hielt sie mit Unrecht für pentagondodekaedrisch. Aehnlich Cadmium (Journ. prakt. Chem. 55. 292). Da Messing zuweilen in gestrickten Formen vorkommt, so könnte Zink nach G. Rose auch noch regulär krystallisiren. Das elektropositivste Metall, daher überzieht es sich schnell mit Oxyd, das vor weiterer Zersetzung schützt. Nach Becker soll der Basalt von Victoria in Australien gediegene Stücke enthalten (Jahrb. 1857. 312), auch im Goldsande des Mittamittaflusses (l. c. 699) sei es gefunden in faustgroßen Stücken bedeckt mit Blende. Vor dem Löthrohr gibt es ein blendendweißes Licht, daher für Feuerwerker wichtig. Schmelzpunkt 433° C., die Dehnbarkeit steigt bis 150°, in diesem geschmeidigen Stadium läßt es sich zu Blech walzen und zu Draht ziehen. Dann wird es wieder spröde, und kann bei 200° zu Pulver gestoßen werden. Zinkweiß verdrängt das Bleiweiß. Deutschland gewann 1874 1,408,529 Ctr. Im Durchschnitt rechnet man auf Europa 2½ Millionen Centner.

13. Schwefel.

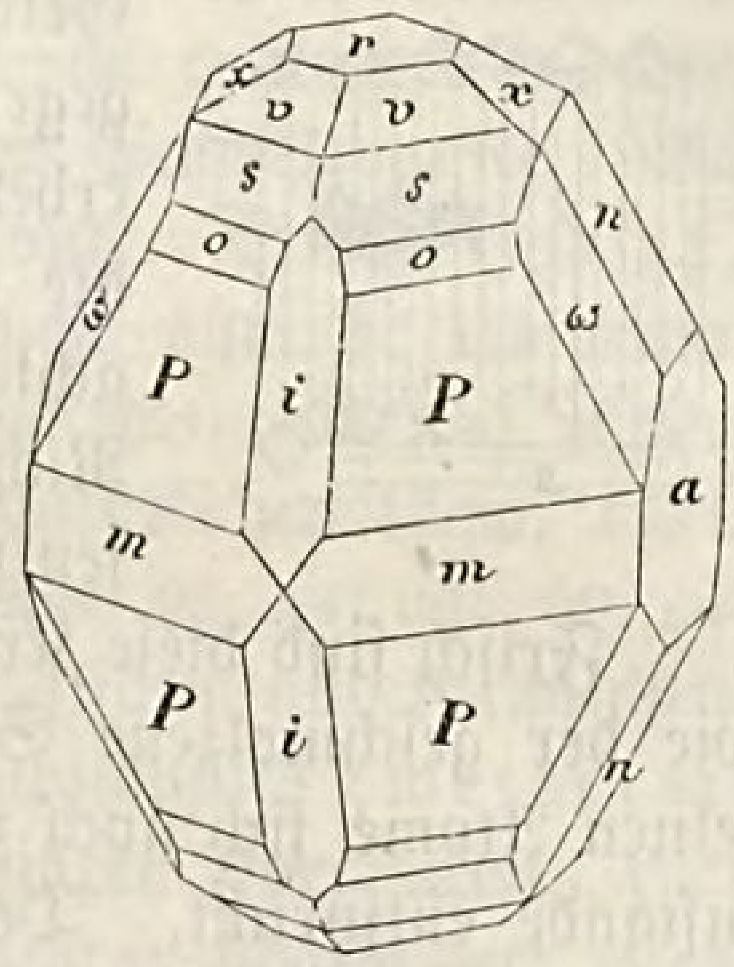
Swibla Ulfilas, θεῖον göttliches Räucherwerk, weil man bei Opfern dem angezündeten Schwefel reinigende Kraft zuschrieb. Sulphur Plinius 35. 50.

Dimorph 2gliedrig und 2 + 1gliedrig. In der Natur fand sich lange nur 2gliedriger, welcher durch Sublimation aus Schwefelgas in Spalten der Vulkane, brennender Steinkohlen, oder in den Rösthaufen der Schwefelerze sich bildet. Auch Schwefelwasserstoff gibt in Berührung mit Sauerstoff Schwefel ab, $H_2S + O = H_2O + S$. Seltener im Schmelzfluß bei Grubenbränden auf Sicilien, Rath Pogg. Ann. 1873 Ergänzb. VI. 357. Besonders schön erhält man die künstlichen aus Auflösungen im Schwefelkohlenstoff CS^2, der sich bei glühenden Kohlen im Schwefeldampf bildet. Diese farblose Flüssigkeit löst das Doppelte ihres Gewichts vom Schwefel auf, und läßt, da sie schnell verdampft, den gelösten Schwefel in schönen 2gliedrigen Krystallen fallen. Es herrscht

Oktaeder $P = a : b : c$, vordere Endkante $a : c$ 106° 38′, seitliche Endkante $b : c$ 84° 58′, Seitenkante $a : b$ 143° 17′, gibt

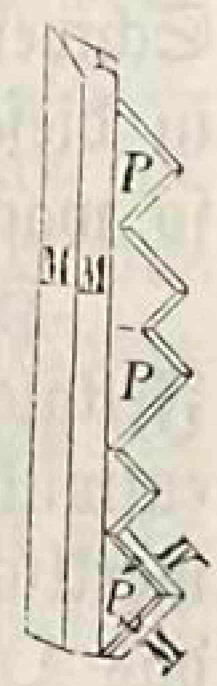
$$a : b = \sqrt{0{,}1825} : \sqrt{0{,}2781},\ \lg. a = 9{,}63065,\ \lg. b = 9{,}72213.$$

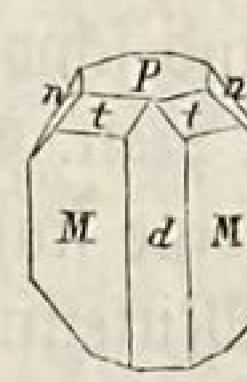
Flächen P sehr undeutlich blättrig. Die gerade Abstumpfung der seitlichen Endkante $n = b : c : \infty a$ findet sich fast immer, seltener dagegen die Abstumpfung der Seitenkante $m = a : b : \infty c$ 101° 56′, welche auch etwas blättrig sein soll. Geradendfläche $r = c : \infty a : \infty b$ hat die Winkel der Säule, sie dehnt sich zuweilen sehr stark aus. Aber selten fehlt zwischen P und r das stumpfere Oktaeder $s = a : b : \frac{1}{3}c$ mit 90° 15′ in den Seitenkanten. Durch seine Ausdehnung werden die Krystalle sehr verzogen; $a = b : \infty a : \infty c$ findet sich öfter. Selten $v = a : b : \frac{1}{5}c$, $o = a : b : \frac{1}{2}c$, $x = b : \frac{1}{3}c : \infty a$,

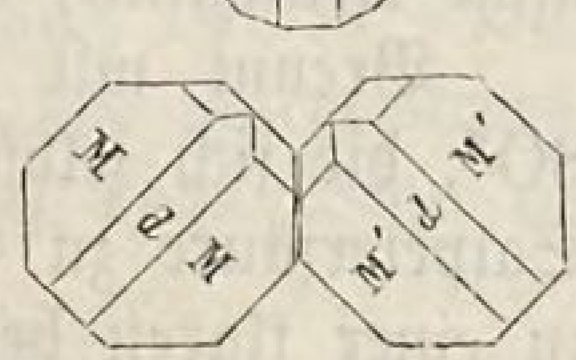


$w = b : c : 3a$, $b : c : \frac{1}{3}a$, $i = a : c : \infty b$. Dr. Brezina (Jahrb. 1870. 351) gab $a : b = 0{,}4266 : 0{,}5263$ an, und fand noch die Oktaeder 117, 131, 311, 433. Die Oktaeder auf Sicilien zuweilen so verzogen, daß sie ein tetraedrisches Ansehen bekommen (Sphenoide Jahrb. 1876. 41). Auch Zwillinge, welche $m = a : b : \infty c$ oder $i = a : c : \infty b$ gemein haben und umgekehrt liegen, kommen in seltenen Fällen vor (Solfatara, Zeitschr. deutsch. Geol. Gesellsch. IV. 167).

2 + 1gliedriger Schwefel von 1,96 Gew. entsteht nach Mitscherlich (Abh. Berl. Akad. Wiss. 1822. pag. 45), wenn man größere Mengen schmilzt, langsam erkalten läßt, die Kruste nach einiger Zeit durchschlägt, und den flüssigen abgießt. Es zeigt sich dann im Innern ein Gewirr von Strahlen M, längs welchen sich dünne Tafeln P sägeförmig anlagern, die sich mit den Strahlen in Zwillingsstellung befinden nach dem Gesetz der Bavenoer Zwillinge des Feldspaths. Eine geschobene Säule $M = a : b : \infty c$ bildet vorn 90° 32′. Schiefendfläche (breite Fläche der Tafeln) $P = a : c : \infty b$ 84° 14′ gegen Axe c macht vorn die stumpfe Kante P/M = 94° 6′. Blättrige Brüche sollen vorhanden sein, aber sie sind nicht deutlich. Setzen wir aus der Diagonalzone von P die Fläche $n = a : c : \frac{1}{2}b$, 90° 18′ über P bildend, so ist die Abstumpfungsfläche der vordern stumpfen Hendyoederkante $t = c : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}b$. Häufig ist auch Fläche $d = a : \infty b : \infty c$, die vordere Säulenkante abstumpfend. Flächen d t n liegen in einer Zone. Nach G. Rose (Pogg. Ann. Erg. 1873. VI. 359) kommt monokliner Schwefel auch auf Java vor.

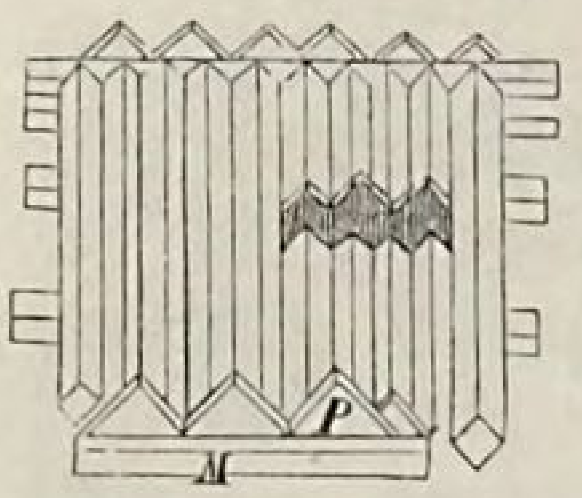






Zwillinge haben n gemein und liegen umgekehrt (aber nicht wie bei Mitscherlich l. c. Fig. 11); d. h. legt man zwei Individuen mit n parallel, und

verdreht senkrecht auf n das eine um 90° gegen das andere, so kommt das Bavenoer Zwillingsgesetz pag. 263. Beide nicht einspringenden n müssen sich dann unter 179° 24′ schneiden. Es fanden sich bis jetzt noch keine Vierlinge. Die Zwillinge dagegen bilden nicht selten ein ganzes Getäfel, an dem die Strahlen der einen Seite quer gegen die der andern stehen. Senkrecht aus den Strahlen erheben sich dann Täfelchen. An diesen Täfelchen, die durch Ausdehnung von P geworden sind, beobachtet man sämmtliche Flächen leicht. Auch ist die Richtung der Tafeln auf beiden Seiten gegen einander senkrecht, wenn man von wenigen Minuten absieht.



Frisch sind diese Krystalle klar, sie werden aber schnell undurchsichtig, wie der geschmolzene Schwefel, weil selbst im festen Zustande die einzelnen Atome sich noch zu der Form gruppiren, welche ihrem Temperaturzustande entspricht. Deßhalb scheint auch der 2gliedrige Schwefel undurchsichtig zu werden, wenn man ihn in einer Salzlauge (111°) kocht, denn 111° ist der Schmelzpunkt, worin die 2gliedrige Form zur 2 + 1gliedrigen wird, sogar bei 60° soll das Umstehen schon beginnen (Compt. rend. 83. 217). Indeß will Pasteur (Pogg. Ann. 74. 94) auch aus Schwefelkohlenstoff 2 + 1gliedrige Krystalle erhalten haben; Brame (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 55. 106) behauptet, daß auch der geschmolzene Schwefel beständig 2gliedrig krystallisire, und nur dann 2 + 1gliedrig, wenn flüssiger im Ueberschuß vorhanden sei. Beim Uebergang aus einer Form in die andere wird Wärme frei. Nach Gernez (Compt. rend. 1874. Bd. 79. pag. 219) hat man es sogar in der Hand aus Lösungen von Benzin oder Schwefelkohlenstoff 2gl. oder 2 + 1gl. Krystalle zu erzeugen: man führt in dieselbe Flüssigkeit nur einen kleinen der einen oder andern Art ein, so wachsen sie in ihrer Weise fort.

Härte 2, milde, Gew. 2,07. Vollkommen muscheliger Bruch mit Fettglanz, und fettig, denn es haftet kein Wasser darauf. Beim Reiben entwickelt er einen eigenthümlichen Geruch, besonders bei großen Vorräthen merklich, und das Silber läuft von ihm an. In der warmen Hand an das Ohr gehalten erregt er ein starkes Knistern und Knacken. Gelbe Farbe (Schwefelgelb) mit einem Stich ins Grün, der geschmolzene wird oraniengelb bis braun, und nach Schönbein erscheint der krystallisirte gelbe Schwefel bei — 50° fast farblos. Künstlich kann man ihn ziegelroth und schwarz machen; Fett, Zucker ꝛc. färben ihn außerordentlich stark (Journ. prakt. Chem. 67. 369). Durchscheinenheit ist sehr verschieden, die klaren zeigen eine starke Strahlenbrechung, Brechungsexponent = 2. Axe c + optische Mittellinie, ac Ebene der optischen Axen.

Brennt mit blauer Flamme unter Geruch von schwefliger Säure SO^2, die sich selbst im Sauerstoff nur bildet, aber in Bleikammern durch Salpetersäure zu Schwefelsäure oxydirt wird. Bei 111° C. schmilzt er zu einer klaren bernsteingelben Flüssigkeit; bei 160° C. fängt er an dickflüssig und braun zu werden. Gießt man solchen dickflüssigen ins Wasser,

so bildet er einen elastischen Teig, der sich nach Art des Gutta Percha in Fäden ziehen läßt, nach einigen Tagen ist er aber wieder spröde, wie Stangenschwefel. Bei 200° fließt er nicht mehr aus dem Gefäß, bei 250° wird er wieder flüssiger, bis er endlich bei 420° C. mit orangenfarbigem Dampf kocht, der in geschlossenen Gefässen unverändert überdestillirt. Läßt man ihn von hier ab erkalten, so geht er wieder die verschiedenen Grade der Flüssigkeit hindurch bis zum Schmelzpunkte. Bei der ganzen Operation dehnt er sich gleichmäßig aus. Etwas Jod $\frac{1}{400}$ macht ihn biegsam, sogar $\frac{1}{1000}$ Ruß bewirkt schon ähnliche Umwandlungen, Pogg. Ann. 124. 644. Berthelot (Pogg. Ann. 100. 622) unterscheidet einen amorphen in Schwefelkohlenstoff unlöslichen Gew. 1,91, und einen krystallinischen, Magnus (Pogg. Ann. 92. 308 und 99. 145) sogar 4 allotropische Zustände: 2gl., 2 + 1gl., unlöslichen und krümlichen.

Fundorte des gediegenen Schwefels sind hauptsächlich zweierlei:

1) mit Gyps und Bitumen besonders der tertiären Formation. Hier durchdringt Schwefel die Thonschichten, aus welchen er abgesaigert wird. Sicilien, was allein jährlich $1\frac{1}{2}$ Millionen Centner liefert, ist besonders damit bedacht. Der alttertiäre Schlamm ruht auf Hippuritenkalk in Nachbarschaft von Gypsgebirgen, und wenn Klüfte darin entstehen, so sind sie mit Krystallen von Cölestin, Gyps, Kalkspath und Schwefel ausgekleidet, letztere können eine Größe von 5 Zoll erreichen. In Spanien wiederholt sich diese Lagerung in ähnlicher Weise: die Krystalle von Conil bei Cadix sind berühmt, und bei Teruel in Aragonien sind Myriaden von Lymnäen, Paludinen und Planorben mit Schwefel erfüllt, ohne daß man den Faden zur Tiefe der Erde fände. Zu Radoboj in Croatien nicht weit von Warasdin ist der durch seine Pflanzen und Insekten so berühmte Tertiärschlamm mit „rehbraunen" Schwefelkugeln bis zu 14 ℔ Gewicht bereichert. Noch bekannter sind die Lager von Swoszowice bei Krakau über Jurakalk und Karpathensandstein zwischen Pflanzen- und Thierresten (Jahrb. 1851. 732). Sogar im Missisippidelta sollen mächtige Lager in 543′ Tiefe erbohrt sein! Gemmellaro (Jahrb. 1835. 1) hat behauptet, daß dieser Schwefel verfaulten Seethieren seinen Ursprung verdanke, und allerdings ist das Albumin schwefelhaltig; Eiweiß, Faserstoff enthalten 1 p. C. Theilweis mag das wahr sein, vorzüglich geschah es aber durch Vermittlung von Schwefelwasserstoff, der in so vielen Quellen sich findet, und bei Berührung mit dem Sauerstoff der Luft Schwefel ausscheidet. Daher das Vorkommen von Schwefel in alten Kloaken, an schlammigen Seeküsten ꝛc. Da nun ferner das Bitumen auf Gyps (so wie überhaupt auf schwefelsaure Salze) zersetzend einwirkt, es bilden sich $\ddot{C}$ und Ca S, welche bei Gegenwart des Wassers zu $\dot{C}a\,\ddot{C}$ und $H^2\,S$ werden, so mögen dem viele Vorkommen ihren Ursprung danken, wie z. B. die derben krystallinischen Ueberzüge im Kalkspath des Salzgebirges von Sublin bei Bex. Gediegener Schwefel dringt auf diese Weise in die verstecktesten Fugen der Berge.

2) Vulkanischer Schwefel, der sich in Vulkanen und bei

Erdbränden aller Art erzeugt, kann zwar zum Theil im Schwefelwasserstoff und in der schwefligen Säure seinen Grund haben, welche bekanntlich einen Gehalt der Fumarolen bilden, allein einiger scheint sich entschieden durch Sublimation des gediegenen Schwefels gebildet zu haben, doch folgt daraus keineswegs sein Sitz im Erdinnern, tief unter allem Flözgebirge. Nach 25 bis 30 Jahren ist der destillirte Sand der Solfatara bei Pozzuoli wieder voll und zu gebrauchen. Auch heiße Quellen und Geyser setzen viel ab, was für die Tscherkessen in Daghestan von Wichtigkeit war, Jahrb. 1875. 50. Shepard hat auch im Meteorstein von Bischopville ein wenig gediegenen Schwefel entdeckt (Pogg. Ann. 115. 620). Als Unterarten kann man etwa auszeichnen:

a) Krystallinischen Schwefel. Glanz im Maximum und schöne schwefelgelbe Farbe. Girgenti, Conil, Czarkow in Gallicien, Bex, Kalinka.

b) Muscheligen Schwefel amorph, von strohgelber bis brauner Farbe, die bei bituminösen sich ins Braungraue zieht (Radoboj). Der Glanz hat sehr abgenommen. Bildet auf Schwefellagern das wesentlichste Material. Verbrennt nicht ohne Rückstand.

c) Mehlschwefel, eine zerreibliche Masse, die wie die Schwefelblumen aus lauter kleinen Krystallen besteht. Der meiste vulkanische Schwefel, besonders von Island, gehört dahin. Im Braunkohlengebirge von Artern, sogar in den Feuersteinen von Poligny (Dep. Jura). Von ganz besonderer Schönheit mit einem starken Stich ins Grün ist der von Ignazi-Stollen zu Chotta, Tunstadter Herrschaft in Mähren. Auf der Insel Vulcano schmilzt er wieder zu einer orangenfarbigen Masse (Stalactitischer Schwefel). In Schwefelquellen (Aachen, Bex) hängen solche Stalactiten von weißer Farbe in die Wasserleitungen hinab. Und was dergleichen Abänderungen mehr sind.

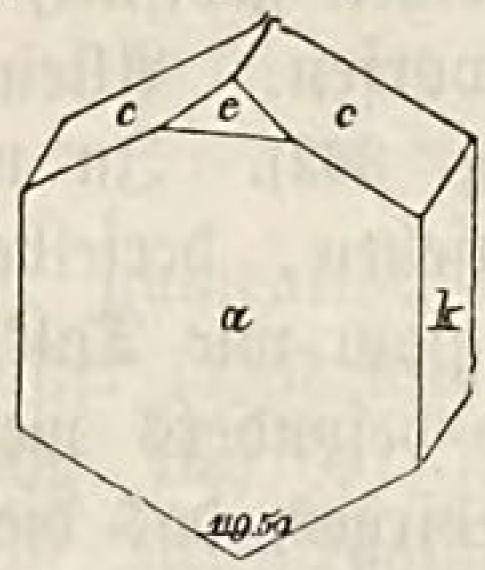
Obgleich auf Erzgängen die Metalle der Tiefe hauptsächlich an Schwefel gebunden sind, so findet er sich daselbst doch nur äußerst selten gediegen, und auch dieser wohl nur in Folge späterer Zersetzung: mit Kupferkies und Bleiglanz auf Gängen im Grauwackengebirge bei Siegen, früher bei Rippoldsau mit Kupferkies im Granit, in kleinen Krystallchen im Ziegelerz. Schwefelmetalle (Schwefelkies) werden auf den Hütten hin und wieder schon längst zur Gewinnung des Schwefels benutzt, in neuern Zeiten sogar massenhaft zur Darstellung von Schwefelsäure, die billiger ist als die aus Schwefel dargestellte, aber Arsenik enthält. Daher liefert Sicilien jährlich immer noch an 6 Millionen Centner à 12 Franken, Jahrb. 1874. 170. Dient überdies zur Bereitung des Schießpulvers, des Zündmaterials für Schwefelhölzer, gegen Traubenkrankheit 2c., Jahrbuch 1853. 273.

Selenschwefel Stromeyer (Pogg. Ann. 2. 410) färbt den Salmiak der Insel Vulcano oraniengelb. Del Rio will sogar gediegen Selen zu Culebras in Mexiko gefunden haben. Nach Mitscherlich sollen die stark glänzenden roth durchscheinenden Krystalle 2 + 1gliedrig sein.

14. Graphit.

Werner gab ihm den einfachen Namen, von γράφειν schreiben, Linne's Graphites plumbago. Früher wurde er mit Wasserblei (Molybdän) verwechselt, bis Scheele 1779 zeigte, daß er ein brennbarer Körper sei, und mit Salpeter gebrannt sich in Kohlensäure verwandle. Die Engländer nennen ihn noch heute Plumbago (Bleischweif, Reißblei), und Hauy IV. 120 hielt ihn anfangs für fer carburé gekohltes Eisen.

Reguläre sechsseitige Säulen mit stark blättriger Endfläche, wornach er ein glimmerartiges Aussehen bekommt. Mohs gibt ein Dihexaeder an. Nordenskiöld (Pogg. Ann. 96. 110) fand bei Pargas (Ersby, Storgard) meßbare Krystalle mit vielen Flächen, die er für 2 + 1gliedrig erklärte: der blättrige Bruch wird gesetzt a 100, und k 010, c 122, e 201; c/c 122° 24', a/c 106° 1'. Die Rechnung gibt den ebenen Winkel auf a 119° 50'. Wahrscheinlich wird es auch hier, wie beim Glimmer sein, das Sechsgliedrige ist durch ungleiche Ausdehnung der Flächen versteckt. Krystalle sehr selten: in Geschieben von Grönland mit Granat, Quarz und Adular; im labradorisirenden Feldspath von Friedrichswärn, auf dem Magneteisenlager des Gneises von Arendal. Eisenschwarz bis dunkel stahlgrau, milde, fettig, abfärbend. Opak mit Metallglanz. Härte 2, Gew. 2,4, aber meist leichter wegen innerer Luftblasen. Geglühter Kienruß wiegt nur 1,7. Leiter der Electricität. Findet Anwendung bei der Galvanoplastik.



Vor dem Löthrohr brennt er außerordentlich schwer, sogar schwerer als Diamant, verpufft aber mit Salpeter. Ein kleiner Ammoniakgehalt. Brodie (Erlenmeyer's Zeitschrift 1860. III. 62) vermuthete darin ein neues Element Graphon. Sonst wird er als reiner Kohlenstoff angesehen, also dimorph mit Diamant, auch hatte der Barrowdaler in den besten Sorten 96 p. C. Kohle, der aus dem körnigen Marmor von Wunsiedel gibt sogar nur 0,33 p. C. Asche, andere scheinbar sehr reine haben dagegen 20 und mehr p. C. Asche. Sehr merkwürdig ist die Leichtigkeit, mit welcher die schwarzen Graphitblättchen bei Hochöfen aus der Schlacke wie aus dem Roheisen krystallisiren. Cyan $C_2 N_2$ scheint die Ursache zu sein, dasselbe zerlegt sich in C und N, letzteres bildet Ammoniak, welches entweicht. Aeltere Chemiker hielten ihn für Carburet des Eisens, da er viele Eisenschüppchen einschließt, allein Karsten zeigte, daß man ihnen mit Salzsäure das Eisen entziehen kann, ohne Gasblasen zu entwickeln. Es ist daher ohne Zweifel krystallisirte Kohle, nur nicht so krummblättrig, als der natürliche Graphit. In der Natur ist er entweder dicht oder blättrig, jener dient hauptsächlich als Farbmaterial, dieser zu Schmelztiegeln.

Graphitpartikel eingesprengt in Gneis von Passau, Feldspathporphyr von Elbingerode, Marmor von Untersteiermark ꝛc.; lagerartige Massen, an Steinkohlenbildungen erinnernd, am Col du Chardonnet bei Briançon

sogar von Pflanzenabdrücken begleitet, so daß Dufrénoy sämmtlichen Graphit für durch Feuer veränderte Kohle ansah. Die unreinen Lager in dem verwitterten Granit von Pfaffenreuth nördlich Griesbach bei Passau liefern das Material zu den Passauer Tiegeln, die schon Agricola lobt, bei Schwarzbach in Böhmen, das jährlich 180,000 Ctr. gewinnt, auch Bleistifte. Für letztere hoch berühmt und wahrscheinlich schon vor 1667 im Gange waren die Gruben aus dem Thonschiefergebirge von Barrowdale bei Keswick in Cumberland, da Gesner (fig. lapid. 1565. 104) einen »Stylus ad scribendum factus« abbildete, der aus »Stimmi Anglicum« gemacht sein sollte. Die Gruben wurden nur einmal jährlich auf wenige Wochen geöffnet, und für 40000 ℔ Sterling auf den Londoner Markt geworfen. Allein der jetzige ist schlecht (Pogg. Ann. 72. Ergänzungsband pag. 362). In neuern Zeiten steht besonders der Ceylanische im hohen Ansehen, derselbe ist krystallinisch blättrig, die Blätter gemein biegsam wie Talk. Auch das südliche Sibirien liefert vorzügliche Waare, wo besonders westlich von Irkutsk am Nordabhange des Sajanskischen Gebirges, das die Grenze gegen China bildet, die Alibertschen Gruben das Material zu den Faberschen Bleistiften liefern, wovon der Centner loco Stein bei Nürnberg auf 600 fl. kommt. Kokscharow (Mater. IV. 161) unterscheidet daselbst dichte, fasrige, stängliche, nierenförmige und krystallisirt-blättrige Abänderungen, der Kohlenstoffgehalt steigt auf 94,8. In Südafrika soll Anthracit durch Basalt in Graphit verwandelt sein. Unser deutscher ist in Lagern schuppig und feinkörnig, der gute Englische dagegen ganz dicht. Durch starken Druck (von 20,000 Ctr.) kann man das Pulver in sägbare Massen verdichten. Ofenanstrich, Friktionsschmiere, Schmelztiegel. Zu Bleistiften mischt man das gereinigte Graphitpulver mit feingeschlemmtem Thon. 1 ℔ Englischer 3 Rthlr., Spanischer 4 Sgr. Der Meteorstein von Alais 15. März 1806 enthält kosmischen Kohlenstoff (Berzelius Pogg. Ann. 33. 122), das Eisen von Tennessee Graphit.

Phosphor. Mitscherlich erhielt aus einer Lösung in Phosphorschwefel Granatoeder (Abh. Berl. Akad. 1822. 47), Pelletier in ätherischen Oelen Oktaeder.

Jod bildet 2gliedr. Dodekaide wie Strahlzeolith, nach Wollaston a : b : c = 4 : 3 : 2. Marchand (Pogg. Ann. 31. 540) gibt es auch 2gliedrig an.

Kalium krystallisirt bei der Sublimation in Würfeln, auch die Schnittflächen zeigen Würfelzeichnungen. Silicium regulär (Pogg. Ann. 97. 644). Sehr merkwürdig ist der sogenannte

Diamantbor B, welchen Wöhler (Pogg. Ann. 100. 646) in viergliedrigen Oktaedern, isomorph mit Zinn, erhielt. Amorphes Bor wird nämlich von schmelzendem Aluminium wie Kohle vom Eisen aufgenommen, und scheidet sich dann beim Erkalten krystallinisch aus. Die Krystalle haben Glanz, Härte und Strahlenbrechung wie Diamant. Aehnlich dem Kohlenstoff zeigt Bor einen amorphen, graphit- und diamantförmigen Zustand.

Vierte Klasse.

Oxydische Erze.

Es zählen dahin die verschiedenen Oxydationsstufen namentlich der schweren Metalle entweder für sich allein, oder mit Wasser (Hydrate).

Alkalien ($\dot{K}$, $\dot{Na}$, $\dot{Li}$) und alkalische Erden ($\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Ba}$, $\dot{Sr}$) sind zu starke Basen, als daß sie ohne Säure in der Natur sich halten könnten. Nur als Seltenheit findet sich Magnesia ohne und mit Wasser. Selbst die eigentlichen Erden ($\ddot{\bar{Zr}}$, $\ddot{\bar{Be}}$, $\dot{Th}$, $\dot{Y}$) sind mit Ausnahme der $\ddot{\bar{Al}}$ (Korund) nicht indifferent genug gegen Säuren und Basen. Alle diese Stoffe zeichnen sich dadurch aus, daß sie sich in sehr beschränkten Grenzen mit Sauerstoff verbinden.

Anders verhalten sich die Metalle. Zwar lieben die edlen (Au, Ag, Hg, Pt, Pd, Jr, Os, Rh) auch die Verbindung mit Sauerstoff nicht, schon schwacher Temperaturwechsel desoxydirt sie, oft unter starker Detonation. Desto gewöhnlicher treffen wir gewisse Oxydationsstufen der unedlen Metalle, namentlich wenn sie schwache Basen oder Säuren vertreten können, oder wenn der Sauerstoff sich so vertheilen läßt, daß man einen Theil als Säure, den andern als Base ansehen darf, z. B. $Fe^3 O^4 = \dot{Fe}\ddot{\bar{Fe}}$, $Mn^3 O^4 = \dot{Mn}\ddot{\bar{Mn}}$.

Die oxydischen Erze haben fast alle Charakterfarben pag. 151, aber dunkele und metallische, auch ist die Farbe des Striches nicht zu übersehen. Das Gewicht hoch. Ihre technische Brauchbarkeit macht sie zum Gegenstand des Bergbaues. Nach ihrem Metallgehalt lassen sie sich sehr bequem unterabtheilen, was schon Agricola (Nat. foss. lib. X.) vorschlug, der Erz mit rude (roh) übersetzt, im Gegensatz von coctum (geschmolzen).

a) Eisenerze.

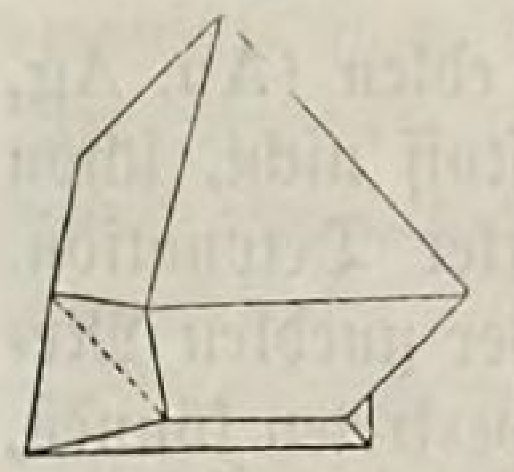
Mit und ohne Wasser. Unter allen Erzen der Erde die verbreitetsten, und für Eisengewinnung die besten. Im Feuer- und Wassergebirge, beim Zersetzen und beim Entstehen der Felsen spielen sie eine Rolle, wenigstens verdankt ihnen die größte Zahl der Minerale ihre Farbe. Denn Eisen färbt schwarz, braun, gelb, roth, selbst blau: die antike Vase im brittischen

Museum, 30,000 ℔ Sterling geschätzt, besteht aus dunkelblauem Glase, worauf sich blendend weiße Reliefs erheben von unübertrefflicher Schönheit. Kupferfärbung ist es nicht, Kobalt kannten die Alten nicht, folglich wird es Eisen sein, wie im Sapphir. Eisen färbt auch das Blut der Thiere. Die Massengewinnung ist nächst Kohle die größte, Preußen allein gewann 1872 $73\frac{1}{2}$ Millionen Ctr.

1. ..agneteisen $\dot{F}e\,\ddot{F}e$.

Der berühmte Magnes masc. oder Magnetis fem. der Alten Plinius hist. nat. 36. 25, nach einem Hirten genannt, der ihn auf dem Berge Ida entdeckte: clavis crepidarum et baculi cuspide haerentibus, cum armenta pasceret (weil die Nägel seiner Schuhe und die Spitze seines Stabes hängen blieben). Nach Aristoteles soll der Name von Magnesia am Berge Sipylus nordöstlich Smyrna stammen, allein hier kam Talk vor, daher die häufige Verwechselung beider. Vielleicht hängt er mit *μάγγανον* Zaubermittel zusammen. Die Griechen nannten ihn *ἡράκλεια* den Herculischen Stein, was wieder an den Probierstein pag. 251 erinnert. Agricola 603 beginnt damit sein 5tes Buch de natura fossilium. Fer oxydulé. oxydulated Iron. Magnetit.

Reguläres System, isomorph mit Spinell. Einfaches Oktaeder nebst **Zwilling** gewöhnlich im Chloritschiefer der Alpen eingesprengt.



Granatoeder a : a : ∞a stark nach der langen Diagonale gestreift mit sehr glänzenden kleinen Oktaederflächen, welche die dreikantigen Ecken, auch wohl rauhe Leucitoederflächen = a : a : $\frac{1}{2}$a, welche schwach die Kanten abstumpfen, sogar selbständige Polyeder a : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{3}$a kommen ausgezeichnet bei Traversella in Drusenräumen vor. Die Streifen deuten zwar auf eine Blättrigkeit der Oktaederflächen, doch sind dieselben sehr undeutlich. Zuweilen tritt daran auch der Würfel auf, Graubath in Steiermark. Bei Schwedischen schärft nach Dufrénoy am Granatoeder auch das Leucitoid = a : a : $\frac{1}{3}$a die vierkantigen Ecken zu, Flächen auf Granatoederkanten aufgesetzt. Pyramidenoktaeder = a : a : 2a und Pyramidenwürfel = a : $\frac{1}{2}$a : ∞a sind selten. Breithaupt (Pogg. Ann. 54. 163) gibt bei Schwarzenberg sogar ein Leucitoid a : a : $\frac{1}{10}$a ꝛc. an, was fast einem Würfel gleicht, auf dessen Flächen sich die Diagonalen parallel den Würfelkanten etwas erheben. Zu Achmatowsk am Ural kommen stark gestreifte Oktaeder vor mit den seltenen Flächen a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{5}$a und sogar $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{7}$a : $\frac{1}{21}$a, Kokscharow Mater. III. 57. Zwillinge, fer oxydulé trasposé, sind häufig, sogar mit Wiederholung „polysynthetisch“ Jahrb. 1875. 684. Shepard's Dimagnetit pag. 442 sind rauhe mit Magneteisen erfüllte Pseudomorphosen.

Eisenschwarz selbst in den dünnsten Blättchen, und daher mit schwarzem Strich, die Oberfläche besonders auf frischem Bruch gern etwas bräunlich anlaufend. Metallglanz unvollkommen, nur die Oktaederflächen

der Granatoeder von Traversella glänzen stark. Härte 6, Gew. 5, die reinsten Zillerthaler sogar 5,18, die im Kalkspath gehen auf 4,9 herab.

Stark magnetisch. Nur das Eisenplatin pag. 704 soll ihn noch übertreffen. Frische Krystalle sind es aber weniger, als derbe rostige Massen. Greiß (Pogg. Ann. 98. 478) stellte Versuche an: Oktaeder verhielten sich wie weiches Eisen, derbe Stücke wie Stahl. Es ist der natürliche Magnet, welcher feinen Magneteisenstaub in dendritischen Figuren festhält. Schon die ägyptischen Priester setzten ihren Götzenbildern mystische Augen ein, die so befestigt waren, daß sie vermöge ihrer Polarität nach Osten, dem astrologischen Paradiese, blickten (Pogg. Ann. 76. 302). Im 12ten Jahrhundert wird in einem provençalischen Gedichte von Guiot (Sonst und Jetzt pag. 95) eine Nadel beschrieben, die auf Stroh im Wasser schwimmend sich gegen den Polarstern wende, und Marco Polo sah bei den Chinesen schon Magnetnadeln. Agricola (Nat. foss. lib. V.) nennt einen Stein Theamedes, der das Eisen abstoße: von zwei gegenüberliegenden Bergen am Flusse Indus hielte der eine das Eisen fest, der andere stieße es ab. Ja Albertus Magnus kannte einen Magnet, der auf der einen Seite das Eisen anzog, auf der andern abstieß.

Vor dem Löthrohr sehr schwer schmelzbar, mit Borax im Oxydationsfeuer wird das Glas gelblich oder farblos, im Reductionsfeuer bouteillengrün. Eisenoxydoxydul, die Analysen der Magneteisensteine von Nora durch Berzelius lieferten 71,86 Fe und 28,14 O oder 31 $\dot{F}e$ und 69 $\dddot{F}e$, was sehr genau mit der Formel stimmt. Die schaligen von Arendal hatten 2 p. C. $\dot{M}n$. Daß es keine feste Verbindung von $Fe^3 O^4$ sei, zeigt schon die Auflösung des schwarzen Pulvers in wenig Salzsäure, wodurch vorzugsweise $\dot{F}e$ ausgezogen wird und $\dddot{F}e$ als bräunlicher Rückstand bleibt, der sich erst in mehr Säure löst. In einer Flasche mit Kohlensäure fällt dann luftfreie Natronlauge grünliches Oxydulhydrat. Es bildet sich daher $Fe\,Cl + Fe^2\,Cl^3$ und erhitzt man mit ein wenig Salpetersäure, so wird das Ganze zu Eisenchlorid, welches durch Ammoniak als $\dddot{F}e\,\dot{H}$ gefällt und durch Waschen und Glühen in $\dddot{F}e$ verwandelt wird. Aus der Zunahme des Sauerstoffs kann man berechnen, wie viel $\dot{F}e$ vorhanden war. Löst man es unter einer Atmosphäre von Kohlensäure, damit sich nichts oxydire, und digerirt die Flüssigkeit bei 100° C. mit Silberpulver, so gibt das Eisenchlorid an das Silber Chlor ab, es muß also Eisenoxyd enthalten. Gießt man umgekehrt zur gleichen Lösung Kaliumgoldchlorid ($K\,Cl + Au\,Cl^3$), so verwandelt sich das Eisenchlorür auf Kosten des Goldchlorids in Eisenchlorid, und metallisches Gold wird ausgeschieden. Es muß also Oxydul enthalten. Auch kohlensaurer Baryt fällt aus der Lösung nur die dreiatomigen Basen, also Eisenoxyd, die einatomigen dagegen, also $\dot{F}e$, nicht (Pogg. Ann. 23. 348, H. Rose Handb. Analys. Chem. 1851. II. 128).

Beim Rösten schwedischer Eisenerze und beim Schmelzen französischer, überhaupt bei Hüttenprozessen, erzeugen sich öfter Oktaeder von Magneteisen. Der Hamburger Brand hatte die Nägel einer Schmiede in Magnet-

eisen verwandelt. Die Backsteine im Feuergewölbe der Sudpfannen bei Salinen (Friedrichshall) überkleiden sich mit den schönsten Oktaedern. Das erinnert lebhaft an die Bildung in Laven des Vesuv und Aetna: Eisenchlorid verflüchtigt sich, und wird beim Zutritt von Wasserdämpfen zersetzt, es entsteht Eisenoxyd, was bei starker Hitze Sauerstoff fahren läßt. Denn in der Weißglühhitze fallen vom Eisen Tropfen von $\dot{F}e \ddot{F}e$ herab, die man nicht für geschmolzenes Eisen halten darf. Eisenhammerschlag enthält aber um so mehr $\dot{F}e$, je weniger er erhitzt wird. Deville ließ sogar blos einen langsamen Strom von Chlorwasserstoffgas auf Eisenoxydul wirken, und bekam dann reguläre Krystalle, ohne Wasserdampfentwickelung, weil der Wasserdampf immer wieder hinreicht, das gebildete Eisenchlorür zu zersetzen, Jahrb. 1862. 80. Darnach sollte man das Magneteisen wesentlich für ein Feuerprodukt halten; auch danken die schwarzen Laven und Basalte ihm die Farbe.

Krystalle finden sich besonders schön im Chloritschiefer und in andern talkigen Gesteinen der Alpen. Kleine scharfe Oktaeder mit abgestumpften Kanten im Gyps von Valencia. Gneis und Glimmerschiefer umschließen nicht blos Lager, sondern ganze Stückgebirge. Unsere deutschen Urgebirge sind daran nicht reich: beim Hofgut des Küchlesbauer im Höllenthal bei Freiburg liegen derbe Stücke im Gneis, größere Mengen schon am Harze, in Nassau ꝛc., bei Schmiedeberg im Riesengebirge 12 Lager zusammen 70′—80′ mächtig im Granit-Gneis. Traversella nordwestlich Ivrea in einem Seitenthale der Dora Baltea hat ein 90′ mächtiges Lager mit Kupfererzen gemischt, was nach alten Bauen sich 9 Meilen lang erstreckt, und schon von den Römern ausgebeutet wurde. Neuerlich wird das Erz durch Elektromagnete geschieden (Carnall Zeitschr. Berg. Hüttenk. 1861. IX. 171). Aber noch reicher ist Schweden. Aus dem überall zu Tage tretenden Gneise der skandinavischen Halbinsel beißen nicht blos Lager, sondern ganze Magnetberge hervor, an ihren Grenzen reich von Mineralien durchzogen, Arendal, Utön; der Taberg (südlich Jönköping am Wettersee) ist ein wahrer 400′ hoher „Eisenkoloß“ von frischem nur wenig serpentinisirtem Olivin durchzogen. Das Erz ist körnig bis dicht, zwischen die Körner liegen stellenweis blättrige Oktaeder von dunkelerer Farbe eingesprengt, auch mischt sich die Erzmasse mit Feldspath, Strahlstein, Augit, Epidot, Granat, Kalkspath ꝛc., und bildet „Selbstgehendes Erz“, was ohne Zuschlag verhüttet wird. Weite Löcher (Pingen) von schauerlicher Tiefe führen vom Tage hinab: so stehen die altberühmten Gruben (25) von Dannemora nördlich Upsala auf einem 180′ breiten Stock, den Chlorit und Kalkspath durchschwärmen. Einzelne derselben haben $\frac{1}{4}$ Stunde Umfang bei 400′ Tiefe! Die Persberger Gruben sind sogar über 600′ tief, 500′ reicht das Tageslicht, auf dem Grunde häuft sich das Eis zu 90′ Mächtigkeit an, was herausgeschafft werden muß! In Norbotten 67°—68° N. Br. finden wir die Lager von Svappavara, von Kerunavara (800′ dick und 8000′ lang), am Berge Gellivara sogar 10,000′ breit und 16,000′ lang mit Eisenglanz gemischt. Dieses schwedische Erz

liefert das beste Eisen zur Stahlbereitung, daher wird es auch von den Engländern in großer Menge ausgeführt. Schon Agricola 526 sagt: ferrum Suedorum praestans. Auch der Ural hat Magnetberge: der Wissokaja Gora erhebt sich westlich Nischne-Tagilsk aus der Ebene eines tauben Augitporphyrs, sein löcheriges Erz ist über dem Hütteneiche 1800' lang, 1500' breit und 250' hoch; mehrere Meilen nördlicher der Magnetberg Blagodat (Seegen), welcher schon 1730 von einem Wogulen den Russen verrathen wurde; der Vorkommen in Nord- und Südamerika zu geschweigen, wo sich z. B. in der Kupferregion am Lake Superior ebenfalls mehrere Tausend Fuß mächtige Eisenberge im Glimmerschiefer finden, welche aus Magneteisen bestehen, das in Rotheisenstein verwandelt ist. Das Amerikanische Erz ist so rein, daß es zum Ausfüttern der Puddelöfen benützt wird, in deren Bade es sich löst und so den Ofen bereichert. Man setzt es sogar unmittelbar dem Gußeisen zu, puddelt, und kann dann gleich walzen. Es ist das billiger, und bedarf ungeübterer Arbeiter.

Martit von San Paulo in Brasilien. Breithaupt (Schweigger Journ. 1828 Bd. 24 pag. 158) „da Mars und Eisen einerlei Wappen führen". Gew. 4,8, gleicht vollkommen den Magneteisenoktaedern vom Zillerthal, hat aber einen rothen Strich, ist folglich $\ddot{F}e$, ohne Zweifel aber in Folge von Afterbildung durch Aufnahme von Sauerstoff, Jahrb. 1871. 78. Auch bei Framont und am Puy-de-Dôme kommen solche Afterkrystalle nach Dufrénoy vor. Daher mögen auch die von Monroe in New-York dahin gehören. Selbst die Krystalle beim Hamburger Brande bekamen einen rothen Strich (Krantz Jahrb. 1859. 193), während die Vesuv'schen Magnoferrit sind.

Magneteisensand, fer oxydulé titanifère, wohl zu unterscheiden vom schwach magnetischen rhomboedrischen Titaneisen. Hauptsächlich im Sande der Flüsse, und hier außerordentlich verbreitet. Das Muttergestein sind Basalte und Laven, aus deren Ackerkrume sie sich oft noch mit dem Magnete ausziehen lassen, in größern Mengen sind sie dem Boden schädlich. Da Magneteisen in schmelzenden Gesteinen gelöst wird, so sind die Umrisse gerundet, und erscheinen wie eingewickelte Reste, die nicht ganz gelöst wurden. Die Körner haben einen stark glänzenden muscheligen Bruch, an Obsidian erinnernd, daher auch schlackiges Magneteisen genannt. Selten Krystallflächen, doch gibt schon Cordier in den Bächen von Expailly bei le Puy Oktaeder und Granatoeder an. Hauptunterscheidungsmerkmal vom Titaneisensand bleibt der starke Magnetismus. Vor dem Löthrohr verhalten sie sich wie Magneteisen, mit Borax und Phosphorsalz bekommt man im Reductionsfeuer besonders auf Zusatz von Zinn ein unter dem Abkühlen rothes Glas. Cordier fand 12—16 p. C. Titanoxyd. Klaproth zog mit dem Magnet kleine Körner aus dem Sande der Ostseeküste und fand 14 $\ddot{T}i$. Rammelsberg wies im schlackigen Magneteisen aus dem Basalte von Unkel bei Bonn 11,5 $\ddot{T}i$, 39 $\dot{F}e$, 48 $\ddot{F}e$ nach, es ist stark magnetisch. Ganz gleiches findet man im Basalttuff der Alp (Metzinger Weinberg), das bei

der Verwitterung herausfällt. Der Sand zahlloser Flüsse, darunter auch Goldsand, gibt beim Waschen einen schwarzen Rest solchen Eisenerzes, besonders wenn die Flüsse aus vulkanischen oder basaltischen Gebirgen herkommen.

Iserin nannte Werner die Körner im aufgeschwemmten Lande der Iserwiese bei Marklissa und Flinsberg (Böhmisches Gehänge des Riesengebirges) mit Korund, Granat, Rutil rc. gemischt. Schon Klaproth (Beiträge V. 206) hat ihn analysirt und 28 $\ddot{Ti}$ angegeben. Ein Theil davon ist stark magnetisch, und in diesem gibt H. Rose (Pogg. Ann. 3. 168) sogar 50 $\ddot{Ti}$ an; ein anderer nur sehr schwach magnetisch. Beide sehen sehr gleich aus, und unterscheiden sich namentlich durch den innern Glanz nicht vom schlackigen Magneteisen, auch werden Würfel und Granatoeder angegeben. Den schwach magnetischen Menakanit rechnet man dagegen besser zum Titaneisen. Taranaki-Stahl wird an der Küste des Vulkanberges Egmont auf Neuseeland aus dem zarten Titaneisen-Staube gemacht, welchen zur Belästigung der Bewohner der Wind landeinwärts treibt. Der Titangehalt soll das trefflichste Stahl bedingen.

Franklinit. Von Berthier (Ann. des mines IV. 489) in der Franklin-Grube zu New-Yersey mit Rothzinkerz entdeckt. Krystallisirt regulär; Oktaeder, Granatoeder und Leucitoeder kommen vor, bei Eibach in Nassau auch Würfel und sogar Pentagondodekaeder. Fettglanz, Eisenschwarz aber mit röthlich grauem Strich. Härte 6, Gew. 5,1. Fast gar nicht magnetisch.

$(\dot{Zn}, \dot{Fe}, \dot{Mn})(\dddot{\overline{Fe}}, \dddot{\overline{Mn}})$ nach Abich (Pogg. Ann. 23. 342) etwa 10,8 Zinkoxyd, 18,2 Manganoxyd. Salzsäure zersetzt das Pulver zu einer grünlich gelben Flüssigkeit unter Entwickelung von etwas Chlor, Beweis, daß ein Theil des Mangans höher oxydirt sein muß als Oxydul. Rammelsberg (Pogg. Ann. 107. 318) fand sogar über 25 Zinkoxyd und glaubt $(\dot{Fe}, \dot{Zn})^3 (\dddot{\overline{Fe}}, \dddot{\overline{Mn}})$ schreiben zu müssen. Kleine Splitter im starken Feuer leuchten stark und sprühen feine Funken, wie das Roheisen. Mit Soda im Reductionsfeuer einen schwachen Zinkbeschlag auf Kohle. Hier würde sich dann weiter Zinkspinell pag. 376 anschließen. Ebelmen stellte künstlich kleine Oktaeder von Zinkferrit $\dot{Zn}\,\dddot{\overline{Fe}}$ dar (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 54. 155).

Chromeisen.

Eisenchrom, Chromit, fer chromaté, Chromate of Iron. Nach Hauy kennt man es schon seit 1710 von den Barehills bei Baltimore, wo es derb und in regulären Oktaedern vorkommt. Später fand es sich nesterweis im Serpentin von Frejus Dep. Var, und Vauquelin wies darin das Chrom nach, Klaproth (Beiträge IV. 132) analysirte es von Krieglach in Steiermark, was mit röthlichem Talk bricht. Dann hat es sich in den verschiedensten Serpentinen gefunden. Das wichtigste Chromerz.

Blättriger Bruch unvollkommen, nach Mohs soll am Oktaeder einer vorherrschen, dann müßte es rhomboedrisch sein. Neigt sich etwas ins Pechschwarze mit gelblich braunem Strich, mehr Fettglanz als Metallglanz. Härte 5, Gew. 4,5. Manche magnetisch, andere fast gar nicht, werden es aber nach dem Glühen in der innern Flamme.

Von Borax und Phosphorsalz langsam aufgelöst, heiß hat die Glasperle die Farbe des Eisens, kalt aber die smaragdgrüne des Chroms, die auf Zusatz von Zinn lebhafter wird. Säuren lösen das feinste Pulver nicht, sondern ziehen nur etwas Eisen aus.

$\dot{F}e\,\dddot{G}r$, reine Abänderungen haben bis 60 Chromoxyd, fast alle einen Gehalt an $\dddot{A}l$, auch $\dot{M}g$ vom Muttergestein, also $(\dot{F}e, \dot{M}g)(\dddot{G}r, \dddot{A}l)$. Das Chromeisenerz von Texas in Pennsylvanien ist öfter mit einer stalactitischen Kruste von Emerald-Nickel (Nickelsmaragd) $\dot{N}^3\,\ddot{C}\,\dot{H}^6$ (Silliman's Americ. Journ. 2. ser. VI. 248) von smaragdgrüner Farbe bedeckt, und enthält selbst 2,3 $\dot{N}i$. Chrommetall ritzt gehärteten Stahl, Chromstahl dagegen ist weich und biegsam.

Auffallend bindet sich das Chromeisen stets an Serpentin und die ihn begleitenden Talk- und Chloritschiefer (Dieffenbach, Jahrb. 1855. 533), worin es eingesprengt vorkommt. Auf dem Schwarzwalde bei Todtmoos, im Serpentin des Fichtelgebirges (Kupferberg), Schlesien, Alt-Orsowa in Ungarn, den Schottischen Inseln, Griechenland, Ural, Gippsland (Victoria), besonders aber von Nordamerika (Hoboken) 2c. Die schwarze Rinde am Platin des Urals (Irit) enthält nach Hermann bis 13,7 Chromoxyd; sie sondert sich öfter in kleinen schwarzen graphitartigen Schuppen (Journ. prakt. Chem. 23. 276) ab, welche vielleicht eine Zusammensetzung von $(\dot{J}r, \dot{O}s, \dot{F}e)(\dddot{J}r, \dddot{O}s, \dddot{G}r)$ haben könnten. Durch einen großen Gehalt von Chromeisensand zeichnen sich Platin- vor Goldseifen aus. Bohnerze (Hannover, schwäbische Alp 2c.), selbst Meteorsteine pag. 720 halten etwas Chrom. Kleine Beimischungen in Eisenerzen erkennt man durch Verwandlung des Chroms in Ueberchromsäure mittelst Wasserstoffsuperoxyd. Aether wird dadurch prachtvoll blau (Erlenmeyer Zeitschr. Chem. Pharm. 1860. III. 665).

Obgleich Vauquelin das Chrom im Sibirischen Rothbleierz entdeckte pag. 599, so wurde seine schöne Farbe doch erst technisch wichtig durch das Chromeisen. Man mischt das feingeschlämmte Pulver mit Pottasche $(\dot{K}a\,\ddot{C})$ und Salpeter, und erhitzt stark. Es oxydiren sich dann $\dot{F}e$ und $\dddot{G}r$ zu $\dddot{F}e$ und $\dddot{C}r$, gebildet wird $\dot{K}\,\dddot{C}r$, was durch Behandeln mit Essigsäure die schönrothen Krystalle von $\dot{K}\,\dddot{C}r^2$ liefert, das zur Darstellung von Chromgelb $\dot{P}b\,\dddot{C}r$ und Chromroth $\dot{P}b^2\,\dddot{C}r$ benutzt wird. Chromgrün $\dddot{G}r$ gibt mit Glasflüssen eine smaragdgrüne Farbe, die so feuerbeständig ist, daß sie selbst im Feuer des Porzellanofens nicht verschießt.

Chromoxyd $\dddot{G}r$ hat Wöhler aus der Chlorchromsäure $(\dddot{C}r\,Gl)$ in kleinen harten Rhomboedern dargestellt, indem er dieselbe langsam durch eine schwachglühende Glasröhre streichen ließ, wobei sie sich in O, Cl und

$\ddot{C}r$ zersetzt. Svanberg (Journ. prakt. Chem. 54. 188) setzte 18 Stunden lang saures chromsaures Kali der Hitze des Porzellanofens aus, dabei verflüchtigte sich Kalium und $\ddot{C}r$ reducirte sich zu kleinen krystallinischen Flitterchen von $\ddot{C}r$. Dadurch scheint es bewiesen, daß $\ddot{A}l$, $\ddot{F}e$, $\ddot{C}r$ (auch $\ddot{B}e$) isomorph krystallisiren.

Magnoferrit Rammelsberg (Pogg. Ann. 1859. 107. 454) $\dot{M}g^m\ \ddot{F}e^n$ regulär und mit Magneteisen verwechselbar. Gew. 4,65. Stets in Begleitung des Vesuv'schen Eisenglanzes. Ja man findet Oktaederflächen (Jahrb. 1876. 388) mit zahllosen Eisenglanzen, die sich mit ihrer Geradendfläche auflagern, aber dergestalt in Zwillingsstellung befinden, daß ihre Begrenzungsebene einer der Höhenlinien der Oktaeder parallel geht d. h. mit einer der Linien im gleichseitigen Dreiecke von Eisenglanz zusammenfällt. Die Fumarolen enthalten Eisenchlorür, Eisenchlorid und Chlormagnesium, woraus sich die Bildung erklärt. Daran schließt sich dann unmittelbar der

Periklas $\dot{M}g$ an, welchen Scacchi in Dolomitblöcken der Somma fand: kleine grüne reguläre Oktaeder mit blättrigem Bruch der Würfelflächen. Härte 6, Gew. 3,7. Damour fand 93,8 Talkerde und 5,9 Eisenoxydul. Ebelmen (Compt. rend. 33. 525) stellte ihn künstlich dar, indem er große Stücke Kalk auf Borsaure Magnesia in der Hitze wirken ließ. Auf gleiche Weise läßt sich auch $\dot{N}i$, $\dot{C}o$, $\dot{M}n$ in Krystallen bekommen. Daubrée ließ blos Dämpfe von Chlormagnesium auf Kalkstein einwirken, Deville Chlorwasserstoffgas auf Magnesia (Compt. rend. 1861. LIII. 199). Auch Chlormagnesiumdämpfe geben durch Einwirkung von Wasserdampf schöne durchsichtige Oktaeder.

2. Eisenglanz $\ddot{F}e$.

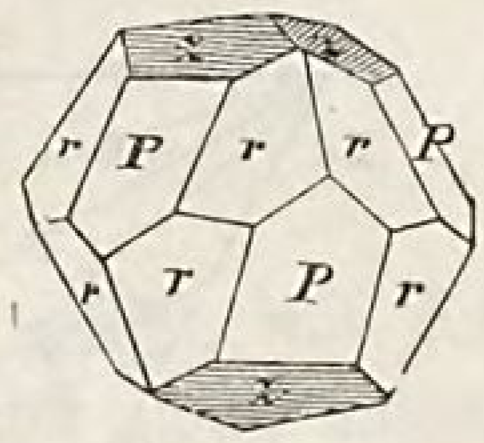
Ein altdeutscher Name. Hämatit. Minera ferri specularis Wallerius, mine spéculaire de l'Isle, fer oligiste Hauy, weil es weniger Eisen hatte als Magneteisen, und doch würfelig erschien. Ferrum refractarium (hartnäckig) von Linne, weil es dem Magnete nicht folgte. Specular Iron. Dem Plinius hist. nat. 34. 41 ist zwar der Eisenglanz von Elba bekannt, allein er unterscheidet die ferra metalla nicht von einander.

Hauptrhomboeder $P = a : a : \infty a : c$ $85^0\ 58'$ Endkante Mohs, gibt $a = 0,7316 = \sqrt{0,5352}$, $la = 9,86427$. Hauy sahe sie anfangs wie Steno für Würfel an, später nahm er das Verhältniß der horizontalen zur schrägen Diagonale $\sqrt{9} : \sqrt{10}$ an, was einen Endkantenwinkel von $87^0\ 9'$ gab. Die einfachen Rhomboeder kommen schön auf den Zinnsteinstöcken zu Altenberg in Sachsen vor, und zwar parallel der langen Diagonale gestreift. Da es dem Würfel außerordentlich nahe steht, und auch bei den prachtvollen Krystallen von Elba herrscht, so leitete schon Steno pag. 3 scharfsinnig die Flächen durch Abstumpfungen eines Wür-

fels ab. Der blättrige Bruch des Rhomboeders schwer wahrzunehmen, wodurch es sich wesentlich vom Korund unterscheidet.

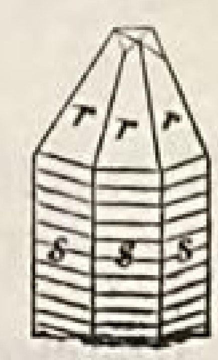
Geradendfläche $c = c : \infty a : \infty a$ sondert sich dagegen so stark ab, daß man sie für deutlich blättrig zu halten oft versucht wird, doch gelingt es nicht, den Blätterbruch darzustellen. Besonders vorherrschend bei den vulkanischen und mit Rutil bedeckten alpinischen, sie läßt sich an ihrer dreiseitigen Streifung leicht erkennen. Sehr ausgezeichnet ist auf Elba ein quergestreiftes Rhomboeder, welches für das 2te stumpfere $z = 4a : 4a : \infty a : c$ gehalten wird, und das am meisten zur Orientirung in die verzogenen Krystalle beiträgt, denn darunter liegt die glänzende P, in deren Diagonalzone das

Dihexaeder $r = \frac{2}{3}c : a : \frac{1}{2}a : a = \frac{4}{3}P2$ mit 128° in den Endkanten fällt, welche das Hauptrhomboeder P abwechselnd abstumpft. Dasselbe dehnt sich öfter bedeutend aus, und kommt mit der Geradendfläche selbständig vor (Framont, Reichenstein). Auch bei **Elbaern** fehlt es selten, tritt aber in Verbindung mit P und z, wovon schon Steno sagte: sex extrema sunt et striata (z), alia sex intermedia et polita (P). Diese rhomboedrisch dihexaedrische Entwickelung hat Eisenglanz mit Korund gemein, was die Grenzen zwischen rhomboedrisch und dihexaedrisch bedeutend verwischt. Selten ist $g = \frac{5}{2}a : \frac{5}{8}a : \frac{5}{4}a : c$ die Kante zwischen P/r abstumpfend; wenn also P nicht da wäre, so würde der Dreikantner die abwechselnden Dihexaederkanten zuschärfen. Nach Hauy kommt auch das

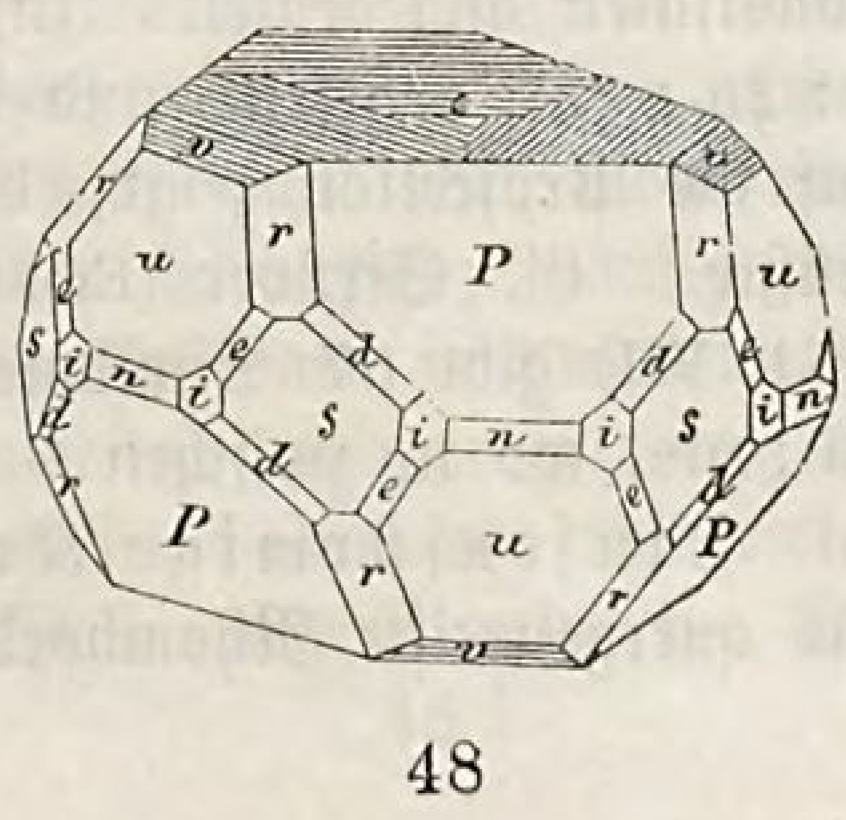


Gegenrhomboeder $l = a' : a' : \infty a : c$ bei den vulkanischen Tafeln vom Mont-Dore vor, dasselbe tritt mit P vollkommen ins Gleichgewicht, so daß ein Dihexaeder von 130° 2′ in den Endkanten entsteht, welches selbständig von dem Dihexaeder r freilich wenig abweicht.

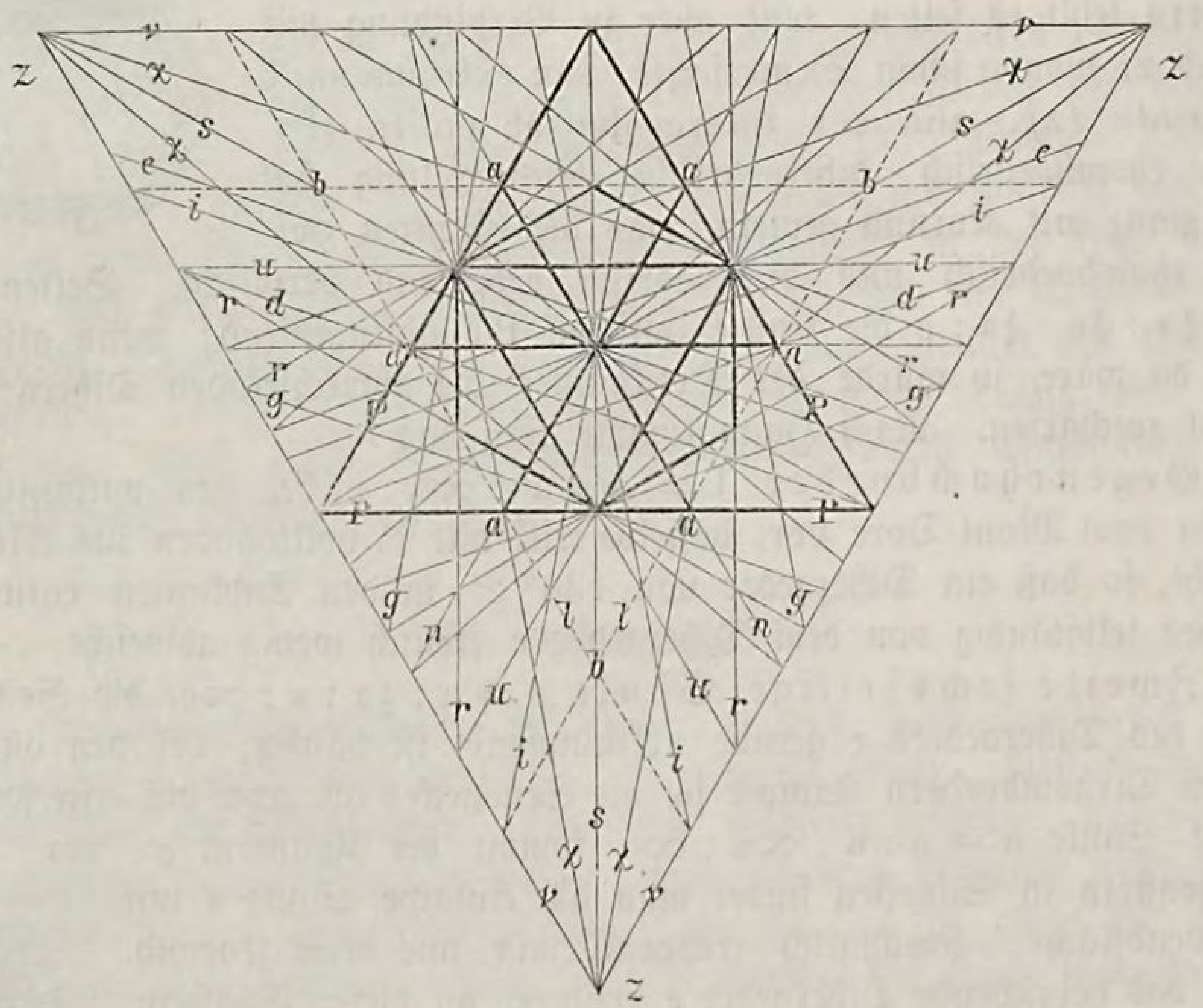
Zweite sechsseitige Säule $s = a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$, die Seitenkante des Dihexaeders r gerade abstumpfend, ist häufig; bei den vulkanischen Dirhomboedern stumpft sie die Seitenecken ab, auch die erste sechsseitige Säule $n = a : a : \infty a : \infty c$ kommt bei Framont ꝛc. vor. Zu **Reichenstein** in Schlesien findet man die einfache Säule s mit Geradendfläche, gewöhnlich treppenförmig wie beim Korund. Auch das herrschende Dihexaeder r erinnert an diesen Edelstein. Gewöhnlich noch das nächste stumpfere Rhomboeder $v = 2a' : 2a'$, und andere Flächen. Am complicirtesten sind die



Eisenrosen der Alpen (St. Gotthard, Mt. Rosa, Cavradi, Pusterthal). Sie werden zwar durch die übermäßig ausgedehnte Endfläche tafelartig, allein am Rande prägen sich die Zonen scharf aus. Auch hier orientirt die Streifung der Geradendfläche, doch das Hauptrhomboeder P liegt nicht wie bei Elbaern unter den Seiten, sondern unter den Ecken



des gestreiften Dreiecks c, unter den Seiten liegt das nächste schärfere Rhomboeder $u = \frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a'$ und das nächste stumpfere $v = 2a' : 2a'$; letztere zwar sehr klein, aber gerade durch ihren Conflict mit der Geradendfläche entsteht die Streifung auf ihr wie auf der Geradendfläche. Dihexaeder r stumpft die Kante P/u ab, und ein Rhombus P/P und u/u gehört der 2ten Säule s, während die erste n zwischen P/u meist kaum durch eine feine Linie angedeutet wird. Auch der beim Kalkspath gewöhnliche Dreikantner $d^2 = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : c$ stumpft die Kante P/s ab. Selten ist die Kante u/s durch den Dreikantner zweiter Ordnung $e_{\frac{1}{3}} = a' : \frac{1}{3}a' : \frac{1}{2}a' : 2c$ abgestumpft, und eben so selten kommt die sechsundsechskantige Säule $i = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : \infty c$ vor. Noch seltener ist $\chi = 2a' : \frac{2}{3}a' : a' : c$, welche ebenfalls in die Diagonalzone von P fällt. Bei so viel Flächen den Zonenzusammenhang festzuhalten, wird beifolgende kleine **Projection** schon genügende Dienste leisten. Um die Figur nicht

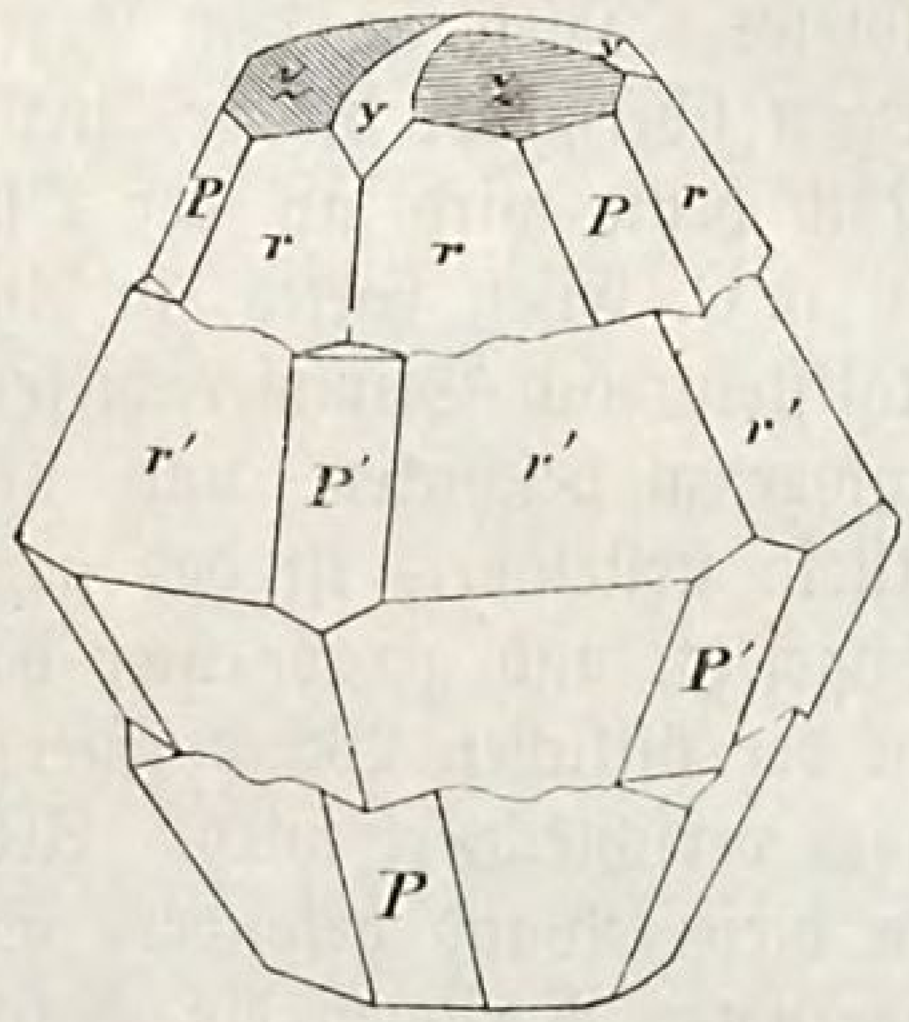


zu überladen, habe ich die Lage von d und e nur durch je zwei Sectionslinien angedeutet. In frühern Auflagen habe ich irrthümlich $g = a : \frac{2}{7}a : \frac{2}{5}a : c$ gesetzt, und dabei doch die Zone P/r angegeben: ein Blick auf die Projection zeigt, daß diese nicht in $\frac{1}{2}b$, sondern in $\frac{2}{3}b$ fallen müßte. G. Strüver (Ematite di Traversella, Atti Accad. real. Turino 1871. VII) gibt 67 Symbole an, darunter allein 16 Dihexaeder $2a : a : 2a : mc$, wo m zwischen 9 und $\frac{1}{5}$ schwankt.

Linsenförmige Krystalle brechen recht ausgezeichnet auf Elba: das quergestreifte Rhomboeder $z = 1a : 4a$ gibt dazu die erste Veran=

lassung, die Rundung entsteht jedoch hauptsächlich durch das dritte stumpfere Rhomboeder y = 8a' : 8a', welches oben sehr deutlich die Endkanten von z abstumpft, nach unten jedoch in continuirlicher Convexität in das Gegenrhomboeder 4a' : 4a' übergeht.

Zwillinge haben Axe c gemein und sind gegen einander 60° verdreht; sie durchwachsen sich. Elba, Altenberg. Das eine Dihexaeder legt dann seine abgestumpfte Kante hin, wo das andere die nicht abgestumpfte hat. Bei Traversella haben sie auch P gemein und lagern sich umgekehrt.

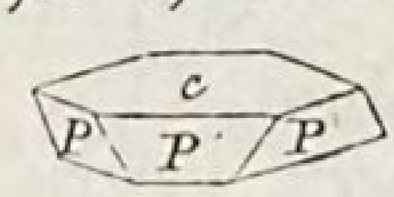


Eisenschwarz und stahlgrau, häufig bunt angelaufen (nur die Geradendfläche nicht). In Dünnschliffen roth durchscheinend, daher kirschrother Strich. Starker Metallglanz. Härte reichlich 6, spröde, Gew. 5,23, also trotz des geringern Eisengehaltes doch schwerer als Magneteisen. Aeußerst schwach magnetisch. Meteoreisen, in Salzsäure gelöst, mit Ammoniak niedergeschlagen und bis zur Rothgluth erhitzt gibt zwar magnetischen Eisenglanz, aber daran ist Nickel und Kobalt schuld, Cmpt. rend. LXXX. 301.

Vor dem Löthrohr schmilzt es in der innern Flamme öfter unter Funkensprühen und wird magnetisch, von Salzsäure nur langsam gelöst. Eisenoxyd mit

69,34 Fe und 30,64 O.

In Vulkanen, deren Laven es so häufig in blättrigen Krystallen führen, ist es offenbar aus verflüchtigtem Eisenchlorid entstanden, was durch Wasserdämpfe in Regionen zersetzt wurde, wo es für Magneteisen nicht mehr heiß genug war. Es sind einfache dreigliedrige Oktaeder, welche R. de l'Isle für Segmente von regulären nahm. Mitscherlich wurde auf den Gedanken durch Krystalle geführt, welche sich in einem Töpferofen von Oranienburg gebildet hatten (Pogg. Ann. 15. 630). Deville leitete über Pulver von Eisenoxyd in einer rothglühenden Porzellanröhre einen ganz langsamen Strom von Salzsäuredämpfen, und bekam sofort die schönsten Eisenglanzkrystalle. Es bildet sich dabei kein Eisenchlorür, wie bei einem schnellen Strome (Cmpt. rend. LII. 1264). Darnach scheint blos die Gegenwart von Salzsäure nothwendig, um die Atome des Eisenoxydes umzusetzen. Das Vorkommen in Massen, wie in Brasilien und auf Elba, kann man aber wohl nicht in gleicher Weise erklären. Hier begleitet der Eisenglanz häufig das Magneteisen, wie z. B. am Eisensteinberge von Gellivara in Lulea-Lappmark. Ein Gemisch von Eisenglanz, Magneteisen und eingesprengtem Golde bildet der Eisenglimmer von Brasilien (Minas Geraes). In vielen Gneisen vertritt glimmeriger Eisenglanz die Stelle des Glimmers. Die



sogenannten Specks in den Cap'schen Diamanten sollen nach Dr. Cohen (Jahrb. 1876. 762) sogar Eisenglanzkrystalle sein. Der berühmteste Fundort ist jedoch seit Etrurier- und Römerzeit Elba:

Insula inexhaustis chalybum generosa metallis Virgil. Aen. X. 174. Das Ferrum popolonicum an der Etrurischen Küste rühmte schon Aristoteles. Hier in dem Erzreichen Toskanischen Gebiete bei Campiglia liegen überhaupt die großartigsten vorrömischen Reste uralten Bergbaus. Noch heute wird an der Ostküste bei Rio, wo die alten Halden noch 56 p. C. Eisen halten, in einer großen Pinge auf der Grenze zwischen Kalkstein und Glimmerschiefer das Erz gewonnen. Frisch ist es aber schwer zu beschicken, und nicht in dem Maße gesucht, als das zersetzte. Allein stellenweis ist das ganze Gebirge bis zur Tiefe in Brauneisenstein umgesetzt, und gerade hier baut man. Die schönen Krystalle finden sich an der östlichen Wand jener Pinge, wo das Erz überdies durch Quarz noch verschlechtert wird. Als Napoleon König von Elba war, ließ er an dieser Wand besonders auf „Stufen" brechen, und machte damit bevorzugten Personen ein Geschenk! Als Varietäten etwa auszuzeichnen:

1) krystallisirter Eisenglanz, wie er sich findet auf Elba, zu Altenberg in Sachsen, Framont im obern Breuschthal der Vogesen in Drusenräumen des dortigen Rotheisensteins. Interessant sind auch die kleinen Krystalle in den Achatkugeln von Oppenau, die ohne Zweifel auf nassem Wege entstanden. In den Alpen thun sich besonders die

Eisenrosen durch Glanz und Schönheit hervor, sie sind gewöhnlich leicht an dem fuchsrothen Rutil erkennbar, welcher auf der Geradendfläche ausschwitzte. Auf der Fibia westlich vom Gotthardt-Hospitz liegt der Diamantglänzende äußerst seltene Hessenbergit (Kenngott, Minerale der Schweiz 208) darauf. Kobell hat sogar darin 9,66 T̈i neben 5 F̈e nachgewiesen, und sie deßhalb Basanomelan genannt. Allein sie haben noch einen rothen Strich. Gruppiren sich öfter förmlich in Kreisen wie Blumen. Capao in Brasilien. Für

Vulkanischen Eisenglanz ist die Auvergne (Puy de Dôme, Mont d'Or, Volvic etc.) berühmt: Tafeln, die an die Eisenrosen erinnern, liefern auf Ascension und Pernambuco handgroße Spiegel. Daher sahe sie Delarbre „als Produkte vulkanischen Feuers an, welches das Eisen ebenso, wie die ammoniakalischen Salze, den Schwefel ꝛc. verflüchtigt habe", Hauy IV. 54. Es war das eigentliche fer spéculaire, das rechtwinklig auf den Wänden haftete. Neuerlich auch bei Plaidt (Andernach), in alten Fumarolen des Großen Eiterkopfs mit kleinen aufsitzenden gelben Augiten pag. 313, Prof. vom Rath Monatsb. Berl. Akad. 1866. 282. Am Vesuv sind die neuesten Bildungen von Rhomboeder mit Geradendfläche zellig, und die Tafeln nicht selten durch Schmelzung stark geflossen. Beim Ausbruche 1817 füllte sich ein Spalt von 3' Mächtigkeit in 10 Tagen mit Eisenglanz (Breithaupt Paragenesis 124). Schon Haidinger (Pogg. Ann. 11. 188) beschreibt reguläre Oktaeder mit rauhen Flächen, die aus lauter kleinen Eisenglanzkrystallen bestehen, und die Bildung des

Martit erklären sollen. Scacchi hat die Sache weiter verfolgt (Dufrénoy Traité Min. II. 478, Roth Vesuv pag. 313), wie wir beim Magnoferrit pag. 752 sahen.

2) Eisenglimmer nannte Werner die krummblättrigen stark glänzenden Massen, welche lagerartig besonders im Urgebirge vorkommen. Der blättrige Bruch kann nur von der Geradendfläche herrühren, da er blos einzig ist. Es muß das sehr auffallen, da man von einer Blättrigkeit der Geradendfläche an Krystallen nichts merkt. Man kann sich leicht die dünnsten Schuppen verschaffen, welche in einzelnen Flittern vom Magnet zwar angezogen werden, aber immer nur undeutlich. Nimmt man dagegen solche Blättchen vor das Löthrohr, so sprühen sie in der innern Flamme Funken, und werden sogleich stark magnetisch. Ungarn (Dopschau und Poratsch) und Mähren liefern schöne Vorkommen, vor allen aber Brasilien. Im Granit des Gleissinger Fels im Fichtelgebirge. Werden die Blätter ganz fein, so scheinen sie roth durch und beschmutzen die Hand (schuppiger Eisenglimmer, Rotheisenrahm), ohne ihr metallisches Aussehen aufzugeben, Suhl, Murgthal bei Schönmünznach. Bei Staßfurt färben zierliche sechsseitige Tafeln den Carnallit roth, was man in Dünnschliffen leicht findet. Bei Altenberg in Sachsen, Bitsberg in Schweden rc. wird er ausgezeichnet strahlig blättrig. Der Eisenglimmerschiefer (Itabirit) vom Pic Itabira in Brasilien wird ganz derb; der von Kl. Mora in Oestreichisch Schlesien, Blansko rc. verliert sich sogar ganz in einem schiefrigen Aussehen, und glänzt auf der Schieferfläche noch stark, nur sein Querbruch wird matt.

3) Körniger Eisenglanz ist oft die Mutter der Krystalldrusen. In Schweden (Wärmeland) kommen Lager vor, die feinkörnig wie Magneteisen, aber mit rothem Strich nur als Staub vom Magnet bewegt werden. Das scheint wie der Martit oxydirtes Magneteisen zu sein. Schöne Afterkrystalle bildet er auf Elba vom Schwefelkies. Noch bekannter sind die aus den Eisensteingruben des Uebergangskalkes von Sundwig in Westphalen, rohe Dreikantner von Kalkspath am Ende mit dem Hauptrhomboeder. Die Krystalle sind häufig hohl, doch hat körniger Eisenglanz (mit Quarz und Kalkspath gemischt) wesentlich zur Ausfüllung beigetragen. Die dickschaligen Muscheln des Lias α von Semur (Côte d'Or) sind in körnigen Eisenglanz verwandelt. Bei Altenberg gruppiren sich kleine Eisenglanzrhomboeder nach der Form des Kalkspathes (Pogg. Ann. 91. 152).

4) Rother Glaskopf.

Hängt entweder mit Glanzkopf oder Glatzkopf (Kahlkopf) zusammen: „Bergleute nennen es Glaskopf, Materialisten Blutstein", ein altes bergmännisches Wort Henkel Pyritologia pag. 227; cerebri speciem prae se fert, Agricola 606. Der berühmte αἱματίτης Theophrast 66, den man aus geronnenem Blute entstanden dachte, und daher wieder für blutstillend ausgab. Agricola pag. 707 sagt: Schistos Glasköpfe oder Blutstein, nam multi Germani non distingunt eum ab haematite.

Excentrisch fasriges und concentrisch schaliges Erz, meist mit halbkugeliger (traubiger und nierenförmiger) Oberfläche, nach Art des Chalcedons. Aber die Faser ist so ausgebildet, daß man die feinsten Nadeln abspalten kann, an welche leicht eine stark magnetische Kugel schmilzt. Die Probe weiter in die Flamme gehalten sprüht Funken. Im compacten Zustande sind sie noch stahlgrau und die Stücke zeigen dann öfter an ihrem Unterende eigenthümliche Absonderungsflächen, welche man nicht mit Krystallflächen verwechseln darf. So wie die Faser lockerer wird, tritt auch die kirschrothe Farbe hervor, und gewöhnlich haben sie noch einen rothen ockerigen Ueberzug. Der Glanz geht dann verloren, die Masse wird weicher (unter Feldspathhärte) und leichter (unter 5). Beim Schlagen brechen sie meist so gegen Willen, daß man schwer gute Handstücke erhält. Er liefert ein gutes Eisen, der Frische eignet sich sogar zum Bessemern, gehört aber schon zu den seltnern Eisenerzen. Bildet Gänge im rothen Porphyr und Lager im Todtliegenden, welches überhaupt seine kirschrothe Farbe dem beigemischten Eisenoxyd dankt. Ilefeld am Harz, Framont in den Vogesen, „in Sachsen ist er der gemeinste Eisenstein". Gibt zu Afterkrystallen viel Veranlassung, wie z. B. die ausgezeichneten Würfel vom Rothenberg bei Krahndorf, welche innen hohle Quarzdrusen bilden, die der schönfasrige Glaskopf überzieht. Gepulvert dient er zum Poliren und Glätten von Metallarbeiten.

5) Dichter Rotheisenstein bildet gewöhnlich die Mutter des edlern Glaskopfs. Es gibt compacte reine Abänderungen mit mattem Bruch, der rothe Strich sehr lebhaft. Viele derselben werden aber durch Quarz und Thon verunreinigt; jene in Jaspis, diese in Thon übergehend. Bildet gewöhnlich Flöze, die eine Anlage zum Schiefer haben. Es kommen darin die prachtvollsten Spiegelflächen vor, wie zu Reichmannsdorf bei Saalfeld, zwei solcher Spiegel sollen immer aufeinander liegen. Als die ausgezeichnetste Varietät sah Werner die von Schellerhau bei Altenberg an. Nassau gewann 1858 6 Mill. Centner, die nach Saarbrücken und Dortmund giengen, und gutes weiches Stabeisen gaben. Jetzt macht Luxemburg Concurrenz.

6) Rother Thoneisenstein geht ins Erdige über, doch gibt es noch sehr eisenreiche Abänderungen, so daß die Grenze zwischen Erz und Thon nicht gezogen werden kann. Viele Abänderungen:

Röthel (μίλτος, rubrica), der durch Glühen schwarz und dem Magnete folgsam wird. Er schreibt, nimmt mit dem Finger gerieben Glanz an, und der Strich ist viel lichter als sein frischer Bruch. Der vom Rothenberge bei Kaulsdorf ohnweit Saalfeld kommt viel in Handel, er wiegt 3,1—3,8. Nach Theophrast kam der beste aus Keos (Zea), doch wußte man ihn auch durch Glühen der Gelberde (ὤχρα) sich zu verschaffen. Unsere Rothstifte sind künstlich aus Gummi und geschlämmtem Blutstein bereitet.

Stänglicher Rotheisenstein ist ein Produkt von Braunkohlenbränden, besonders im Leitmeritzer und Saatzer Kreise Böhmens.

Gleicht Basaltsäulen im Kleinen, welche von der Dicke eines Nadelknopfs und darüber mit außerordentlicher Regelmäßigkeit sich über einander lagern: Folge von Absonderung durch Feuer (Epochen der Natur pag. 155).

Körniger Rotheisenstein zeigt ähnliche runde Absonderungskörperchen, wie Oolith pag. 502. Im Uebergangsgebirge des Prager Beckens haben die Körner eine ausgezeichnete Linsenform, und sind viel größer, als die im Jura Deutschlands und Lothringens. Sie gleichen hier feinen runden Pulverkörnern, die Gegenstand eines wichtigen Bergbaues sind. In Preußen bei Sommerschenburg zwischen Helmstedt und Seehausen schwellt das Flöz im Lias α zu 80′ Mächtigkeit an. Bei Wasseralfingen in Württemberg werden im Braunen Jura β alljährlich über 300,000 Ctr. gewonnen, die ein Drittheil Roheisen liefern. Besonders zu Gußwaaren geeignet. Das Cleavelanderz pag. 512 scheint sich mehr an das Kohlensaure Eisen anzuschließen.

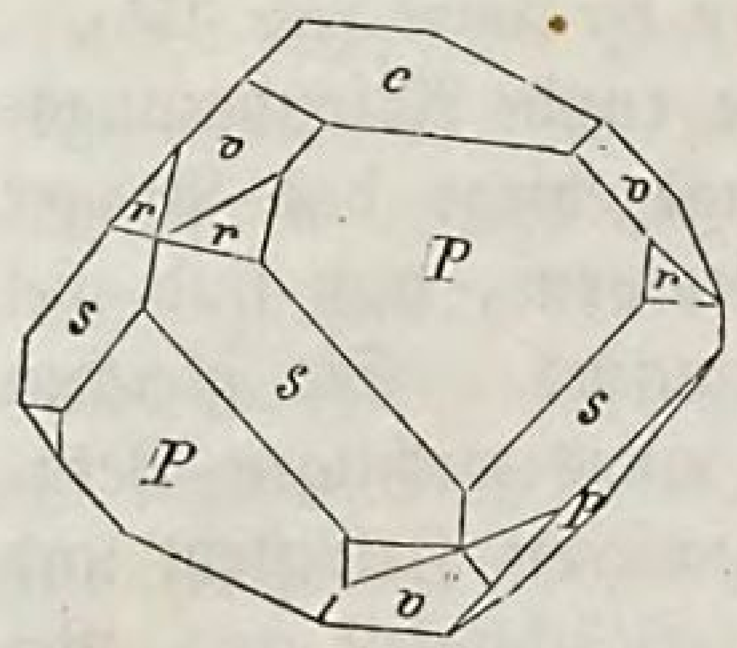
Die Farbe in der großen Rothen Sandsteinformation vom Oldred bis zu den obersten Gliedern des Keupers kommt von Eisenoxyd, das sich auch in Geoden und Lagern darin vielfach ausscheidet. Obgleich diese Gesteine ein entschiedenes Wasserprodukt sind, so hat sich doch auffallender Weise das Eisen nicht als Hydrat niedergeschlagen. Man kommt hier auf die Meinung, das Roth könne in der Erde durch Veränderung herbeigeführt sein. Man weiß ja, daß gelber Eisenrost mit dem Alter roth werde (Bischof Geol. II. 1818); ja Volger behauptet, in der Kapelle von Kappel (Schweiz) habe selbst die gelbe Ocherfarbe alter Freskogemälde sich geröthet!

Rhomboedrisches Titaneisen

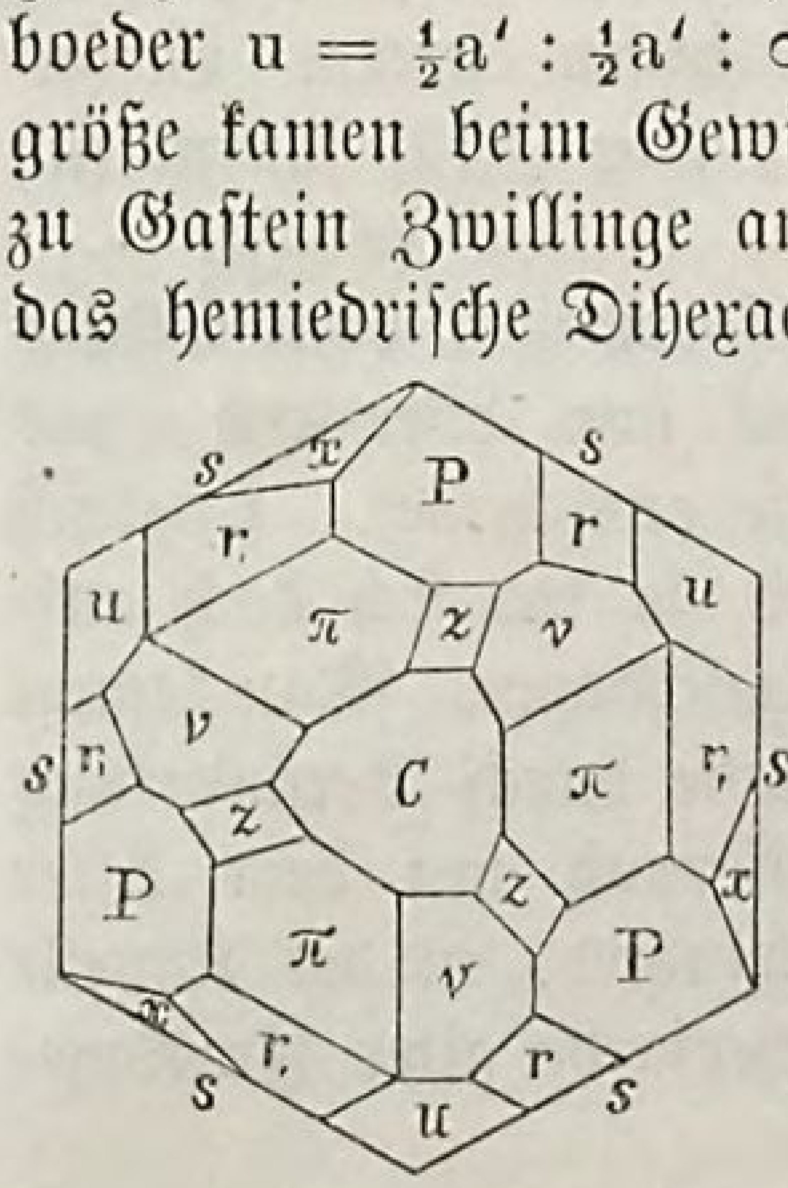
im Gegensatz von oktaedrischem pag. 749. Die Kenntniß eisenhaltiger Titanerze datirt von Klaproth 1797 (Beiträge II. 226), der im Menaccanit von Cornwallis 45,25 $\ddot{T}i$ nachwies. Es wurde dann weiter bei Aschaffenburg, Ohlapian, Oisans, Gastein ꝛc. gefunden. Nach Sandberger (Sitzb. Münch. Akad. 1873. 148) soll es in Anamesiten und Doleriten eine Rolle spielen. Hauy (Traité Min. 2. ed. 4. 98) erkannte zwar am Crichtonite von Oisans die rhomboedrische Form, indessen wies erst Mohs (Grundriß II. 462) die Uebereinstimmung der Form mit Eisenglanz nach. Kibdelophan, Hystatit, Ilmenit. Washingtonit.

Rhomboedrisch und schwach magnetisch, dadurch vom regulären stark magnetischen wohl unterschieden. $P = a : a : \infty a : c$ $85^0\ 58'$, wie beim Eisenglanz; nach Kokscharow (Mater. VI. 358) nur $85^0\ 30'\ 56''$. Bei den Zollgroßen Krystallen aus dem edlen Serpentin von Modum geht der P ein erkennbarer Blätterbruch parallel. Daran ist die Geradendfläche $c = c : \infty a : \infty a : \infty a$ mit P $122^0\ 22'$ machend, nicht gestreift, was das Erkennen erschwert. Sie ist vielleicht noch etwas blättriger als P, daher Mohs Name Axotomes Eisenerz. Die 2te sechsseitige Säule $s = a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$ ist rauh, und stumpft die Zickzackkanten von

P ziemlich stark ab. Rauh ist auch das nächste stumpfere Rhomboeder v = 2a' : 2a' : ∞a : c, leicht erkennbar an den rechten Winkeln, unter



welchen die Kanten c/v und P/v auf den Flächen sich schneiden. Das Dihexaeder r = $\frac{2}{3}$c : a : $\frac{1}{2}$a : a in der Diagonalzone von P kommt vollflächig vor, allein wegen ihrer Kleinheit fehlt öfter die Fläche einer Seite. Bei Gastein ist die Hemiedrie so gewöhnlich, daß sie Mohs geradezu dafür nahm, allein die Krystalle von Modum und Miask beweisen, daß die Sache sich ganz wie beim Eisenglanz und Korund verhält. Bei Miask auch das nächste schärfere Rhomboeder u = $\frac{1}{2}$a' : $\frac{1}{2}$a' : ∞a : c (Pogg. Ann. 9. 286). Krystalle von Kopfgröße kamen beim Gewinnen des Apatits auf Krageröe vor. Mohs gibt zu Gastein Zwillinge an, die parallel ihrer Axe c so durchwachsen, daß das hemiedrische Dihexaeder r wieder vollzählig wird. Kokscharow bekam



aus den Goldsaifen von Atlianskoi bei Miask einen glänzenden 3 mm großen Krystall, welcher außer den Rhomboedern P v u noch ein viertes durch die Zonen P/c und π/v bestimmbares Rhomboeder z = c : $\frac{5}{2}$a : $\frac{5}{2}$a : ∞a zeigte. Die Dihexaederflächen r waren zwar vollflächig vorhanden, aber ungleich in r + r, ausgedehnt. Dagegen erschien von dem stumpfern Dihexaeder π = c : 3a : $\frac{3}{2}$a : 3a nur die eine rhomboedrische Hälfte, die andere fehlte ganz; und dieser Hemiedrie fügte sich auch das Scalenoeder x = c : $\frac{5}{6}$a : $\frac{1}{2}$a : $\frac{5}{4}$a, wovon über der Säule s nur ein Rhomboeder von Zwischenstellung vorkam.

Eisenschwarz mit schwarzem Strich, wodurch es sich sogleich vom Eisenglanz unterscheidet. Dünne Blättchen scheinen braun durch. Auch ist der Glanz sehr schwach, schwächer als bei mattem Magneteisen, deßhalb kann es leicht mit Magneteisen verwechselt werden. Allein es ist nur schwach magnetisch. Härte reichlich 5 und spröde, Gewicht 4,8.

Unschmelzbar, wird aber unter Funkensprühen magnetisch. Mit Phosphorsalz gibt es beim Abkühlen ein vorübergehend rothes Glas. In Salzsäure und Königswasser unter Zurücklassung von $\ddot{Ti}$ nur schwer löslich.

Die Deutung des Titangehalts macht viel Schwierigkeit. Mosander (Pogg. Ann. 19. 219) meinte, da sich neben $\dddot{\overline{Fe}}$ und $\ddot{Ti}$ auch stets Eisenoxydul finde, daß $\dot{Fe}\ddot{Ti}$ mit $\dddot{\overline{Fe}}$ isomorph sei, weil darin auch 2 Atom Radical mit 3 Sauerstoff wie im Eisenoxyd stecken, allein solche Erweiterungen des Isomorphismus sind eine gewagte Sache. Fuchs behauptete dagegen, daß es wie beim Zinn eine Verbindung von $\dddot{\overline{Ti}}$ gäbe, die beim Lösen in Salzsäure sich auf Kosten des Eisenoxyds in $\ddot{Ti}$ verwandeln könnte: diesem schloß sich H. Rose (Pogg. Ann. 62. 128) an. Nun fand aber Rammelsberg zu Layton's Farm (New-York) 13,7 Magnesia, was

auf eine Formel $\dot{F}e\,\ddot{T}i + \dot{M}g\,\ddot{T}i$ (Picrotitanit) ohne Eisenoxyd und zu der Ansicht $\dot{F}e\,\dot{F}e$ führte. Aber da Friedel (Ann. Chim. Phys. 1876 Bd. 8 pag. 38) kleine kupferrothe Kryställchen mit violettem Schein von Ti^2O^3 darstellte, deren Winkel vom Eisenglanz wenig abweichen, so bleibt ein Sesquioxyd das Wahrscheinlichere. Dana schreibt sogar $(Ti, Fe, Mg)^2O^3$. Einige wichtige Vorkommen sind folgende:

1) Menaccanit von Menaccan in Cornwallis, worin Gregor 1791 ein neues Metall entdeckte, welches sich später als identisch mit Klaproth's Titanium erwies. Es kommt im Sande der Bäche vor, ganz nach Art des Magneteisensandes pag. 749 in gerundeten Stücken, deren Form man daher auch nicht kennt, allein da sie schwach magnetisch sind, so könnten sie möglicher Weise hierher gehören. Klaproth fand darin 51 $\ddot{F}e$, 42,2 $\ddot{T}i$. Vergleiche hier auch den schwach magnetischen Iserin von 4,68 Gew. = $\ddot{\bar{T}}i + \ddot{F}e$ und den stark magnetischen Iserin von 4,76 Gew. = $3\,\ddot{\bar{T}} + 4\,\ddot{F}e$.

2) Titaneisen von Gastein (Kibdelophan) im Talkschiefer, 4,66 Gew. = $\ddot{\bar{T}}i + 4\,\ddot{F}e$ mit 53,7 Titanoxyd und 46,3 Eisenoxyd nach Kobell. Von Mohs krystallographisch beschrieben, zeigt das Dihexaeder r hemiedrisch.

3) Titaneisen vom Ilmensee bei Miask, Kupfer beschrieb sie als Ilmenit 2 + 1gliedrig, aber G. Rose zeigte, daß ihre Winkel vom Gasteiner nicht abweichen. Gew. 4,8 = $4\,\ddot{\bar{T}}i + 5\,\ddot{F}e$ mit 42,6 Titanoxyd und 57,4 Eisenoxyd. Sie kommen im dortigen Miascit bis gegen 10 Zoll Größe vor, Geradendfläche und Querbruch glänzend. Massenhaft in Canada und südlichen Norwegen, brauchen aber zur Verhüttung zuviel Brennmaterial.

4) Titaneisen von Egersund in Norwegen, in großen derben bräunlich schwarzen Stücken, ist von H. Rose (Pogg. Ann. 3. 169) zuerst untersucht. 4,7 Gew. = $2\,\ddot{\bar{T}}i + 3\,\ddot{F}e$ 38,3 Titanoxyd und 61,7 Eisenoxyd. Das von Krageröe liegt im röthlichen schön gestreiften Albit.

5) Titaneisen von Tvedestrand bei Arendal (Hystatit), im rothen Granat eingesprengt. Die kleinen Krystalle haben gerundete Kanten, doch fand G. Rose sämmtliche Kanten des Rhomboeders P durch v und s abgestumpft, und außer ihnen noch die Geradendfläche c. Einige wenige Körner werden vom Magnet angezogen und haben 4,74 Gew., die unmagnetischen 4,49 Gew. $\ddot{\bar{T}}i + 3\,\ddot{F}e$ mit 23,6 Titanoxyd.

6) Titaneisen von Aschaffenburg im Quarz des dortigen Granits, schon von Klaproth (Beiträge II. 232) untersucht, nach Kobell 4,78 Gew. = $\ddot{\bar{T}}i + 6\,\ddot{F}e$ mit 13,4 Titanoxyd.

Klaproth untersuchte auch die Körner aus den Goldwäschen von Ohlapian in Siebenbürgen, wo sie zwischen Quarzsand und Granat zu liegen pflegen. Die meisten Körner sind darunter stark magnetisch. Die ältesten krystallographisch bekannten stammen von Bourg d'Oisans in der Dauphiné, welche Graf Bournon nach einem Russischen Arzte

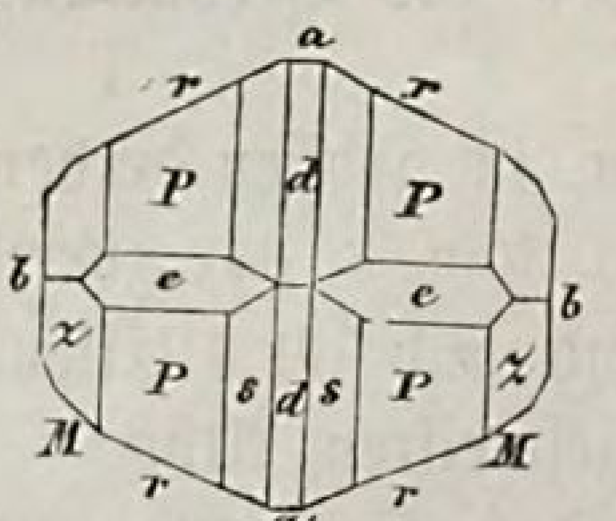
Crichtonit (Craitonite) nannte. Nach Marignac einfach $\dot{F}e\,\ddot{T}i$. Sie kommen daselbst mit Anatas und Bergkrystallen in kleinen scharfen Rhomboedern vor, mit etwa $61\frac{1}{2}^0$ in den Endkanten, so daß es ein Rhomboeder a : a : ∞a : 5c sein könnte, ihre Endecke ist durch c = c : ∞a : ∞a : ∞a gerade abgestumpft. Andere Krystalle bilden ganz dünne Blätter, und gleichen durch die Menge ihrer Flächen Eisenrosen pag. 756, aber der Winkel P/P soll nach Lévy 73° 43′ betragen, er heißt daher Mohsit. Vor dem Löthrohr zeigen sie Reaction von Titaneisen.

Die Titansäure $\ddot{T}i$ ist in kleinen Mengen in der Natur sehr verbreitet, da sie aber mit Kiesel- und Thonerde gewöhnlich fällt, so wird sie leicht übersehen. Mit Aetznatron behandelt kommt unlösliches Titansaures Natron, Knop, Jahrb. 1876. 757.

3. Brauneisen.

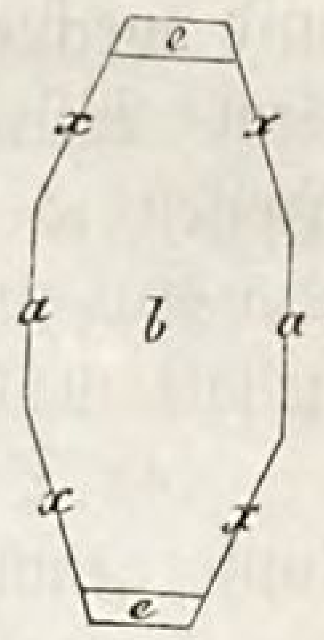
Ein wichtiges Eisenerz besonders in Glaskopfstructur, daher möchte Xanthus (Theophrast 66), was braungelb bedeutet, diesen Glaskopf bezeichnen, da er dem Blutstein zur Seite gestellt wird, während Plinius 36. 37 ihn Schistos heißt, schistos et haematites cognationem habent. Limonit. Schistos croceum reddit succum Agricola 572.

2gliedrig, isomorph mit Diaspor pag. 369 und Braunmangan, aber gute Krystalle selten und verschieden benannt: die schönsten maß Phillips aus Drusenräumen des quarzigen dichten Brauneisensteins von der Grube Botallack in Cornwallis. Es sind wenige Linien lange glänzende Individuen, welche stellenweis als die Enden von Glasköpfen erscheinen, und durch ihre Schwärze an Braunmangan erinnern. Säule r = a : 2b : ∞c bildet vorn 130° 40′, ihre scharfe Kante ist durch den Blätterbruch b = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft, wodurch bei allen eine sechsseitige Säule entsteht. Oktaeder P = a : b : c bildet mit der Säulenkante r keine rechten Winkel; das zugehörige Paar M = a : b : ∞c 94° 51′ stumpft gewöhnlich die Kante b/r nur sehr undeutlich ab. Die seitliche Endkante des Oktaeders P wird durch das zugehörige Paar e = b : c : ∞a mit 117° 30′ in der Axe c gerade abgestumpft, daraus folgt



$$a : b = 1{,}514 : 1{,}648,\ \lg a = 0{,}18015,\ \lg b = 0{,}21702.$$

Außer diesen kommen noch mehrere kleine Abstumpfungen vor: a = a : ∞b : ∞c, d = a : c : ∞b und eine ganze Reihe von Flächen zwischen P/d, worunter s = a : c : 2b. Unter P noch z = a : c : $\frac{2}{5}$b. Zu Clifton bei Bristol liegen Oblongtafeln von r e b gebildet in Quarzgeoden. G. Rose (Kryst. chem. Min. pag. 70) zeigte, daß auch die kleinen diamantglänzenden hyacinthroth durchscheinenden Blättchen (**Göthit**), welche am Brauneisen vom Hollerterzug und von andern Orten im Siegenschen haften, den blättrigen Bruch b zur Tafel haben; statt der Säule kommt nur a vor, dagegen schneidet e die b unter 121° 20′, was für e/e in c 117° 20′



gibt, x gegen x etwa 42°—43°. Die meßbaren äußerst seltenen Krystalle stammen von der Eisenzeche bei Elberfeld ohnweit Siegen. Aehnliche Blättchen stecken in den Markröhren des Plateosaurus im obersten Keuper von Heroldsberg bei Nürnberg (Hr. v. Meyer Muschelkalksaurier pag. 158). Hessenberg maß daran sogar eine neue Fläche c : b : $\frac{1}{4}$a.

Nelken- bis schwärzlichbraun, ochergelben Strich. Glanz unvollkommen metallisch, weil dünne Stücke durchscheinen. Härte 5. Die reinsten Abänderungen sollen bis auf 4,4 Gew. hinaufgehen, gewöhnlich stehen sie aber unter dem 4fachen.

Vor dem Löthrohr schmilzt er an den Kanten mit Funkensprühen in der innern Flamme und wird magnetisch. Im Kolben hinterläßt er rothes Eisenoxyd und gibt Wasser. Schwer löslich in Salzsäure.

Chemisch unterscheidet H. v. Kobell (Journal prakt. Chem. 1. 181 und 319) zweierlei Varietäten:

$\ddot{\text{F}}\text{e}\,\dot{\text{H}}$ mit 89,7 $\ddot{\text{F}}\text{e}$ und 10,3 $\dot{\text{H}}$. Dahin gehören alle krystallisirten Varietäten und die meisten Afterkrystalle mit 62,7 Ferrum; zum

$\ddot{\text{F}}\text{e}^2\,\dot{\text{H}}^3$ mit 85,3 $\ddot{\text{F}}\text{e}$ und 14,7 $\dot{\text{H}}$ gehört der braune Glaskopf mit 59,7 Fe. Wenn man jedoch mit diesen Normen den Wassergehalt verschiedener Analysen vergleicht, so will eine Bestimmtheit der Verbindung nicht immer einleuchten. Der Mangangehalt ist in der Verbindung selbst nicht groß, da sich dasselbe gern selbständig auf dem Erzlager ausscheidet. Brauneisen bildet sich gar leicht an Quellen aus kohlensaurem oder schwefelsaurem Eisenoxydul, die sich durch Aufnahme von Sauerstoff in Oxyd verwandeln. Daher ist es in der Natur verbreiteter als irgend ein anderes Erz. Ganze Massen von Spatheisen und Schwefelkies sind darin verwandelt. Ehrenberg glaubte außerdem, daß häufig die Gallionella ferruginea, welche auf der Freiberger Grube Beschert-Glück in 1106′ Tiefe noch lebend vorkommt, zur Bildung beitrage, wenigstens spielt sie bei Raseneisensteinlagern eine nicht zu übersehende Rolle.

Brauneisen von der Formel $\ddot{\text{F}}\text{e}\,\dot{\text{H}}$ (Pyrrhosiderit).

1) Nadeleisenerz findet sich in kleinen schwarzbraunen Büscheln in den Kammern des Ammonites macrocephalus, triplicatus ꝛc. des braunen Jura. Bei Oberstein sind die sammtförmigen Büschel zum Theil mitten in den Amethyst eingewachsen, ebenso am Finkenhübel bei Glatz, zu Nieder-Planitz bei Zwickau, auf der Wolfsinsel im Onega-See (Onegit). Alle diese krystallinischen Vorkommen (flêches d'amour) sind jedoch nicht meßbar, wie bei Bottallack.

2) Göthit (Rubinglimmer) bildet durch Vorherrschen des blättrigen Bruchs Tafeln. Leider sind die Krystalle vom Westerwalde, Nadabula in Ungarn und Raschau in Sachsen nur klein, sonst würde die prachtvolle hyacinthrothe Durchscheinenheit sie den schönsten Mineralen zur Seite stellen.

3) Lepidokrokit (λεπίς Schuppe, κροκίς flockig) derbe Massen von röthlich braunen Schuppen liegen im Innern der braunen Glasköpfe

und wechseln mit Graumanganerz. Ausgezeichnet bei Neuenbürg auf dem Württembergischen Schwarzwalde, Harz, Westerwald, Bieber in Hessen ꝛc. Kobell gibt bei dem vom Hollerter Zug auf dem Westerwalde 2,5 $\ddot{M}n$ an. Theilweis finden sie sich locker und schmutzend. Der Wassergehalt wechselt zwischen 9,5 und 12,7.

4) *Sammtblende* hat man die Kastanien- bis Nußbraunen Glasköpfe genannt. Nußbraun sind z. B. die Anfänge der Strahlen, worauf die Krystalle von Botallack sitzen. Zu Kl. Schmalkalden bei Gotha kommt diese Farbe an Erzen mit ausgezeichneter Glaskopfstructur vor. Zartfaserig, seidenglänzend und von einer Byssusfarbe, wie gewisse fahlfarbige Rutile, in Siebenbürgen mit Amethyst, zu Przibram mit Bleiglanz, Hüttenberg.

Xanthosiderit Schmid (Pogg. Ann. 84. 495) aus den Manganerzen von Ilmenau am Thüringer Walde mit goldig-gelbbrauner Faser und Seidenglanz soll $\dddot{F}e\,\dot{H}^2$ sein.

5) *Afterkrystalle.* Spatheisenstein und Schwefelkies verwittern gar leicht zu Brauneisenstein, und dieselben sollen dann nach Kobell reines $\dddot{F}e\,\dot{H}$ geben. Unter fer cubique verstand de l'Isle die verwitterten Schwefelkiese im Quarz der Goldgänge von Beresowsk, worin die Analyse 86,9 $\dddot{F}e$ und 11,1 $\dot{H}$ gab. Dagegen muß man dann wieder die Afterkrystalle des Schwefelkieses aus dem Keupermergel von Minden zum $\dddot{F}^2\,\dot{H}^3$ setzen, denn Kobell fand darin 85,2 $\dddot{F}e$ und 13,3 $\dot{H}$. Und doch widerstrebt es, diese gleichen Dinge an verschiedenen Punkten aufzuführen. So enthalten die durch Verwitterung schwarz gewordenen Spatheisensteinrhomboeder von Hüttenberg in Kärnthen nach Karsten 77,5 $\dddot{F}e$, 2,7 $\ddot{M}n$, 14,5 $\dot{H}$. Es ist eben alles Brauneisenstein, der mehr nach dem äußern Ansehen, als nach seiner chemischen Constitution festgehalten werden kann. Afterkrystalle von Brauneisen nach Gyps siehe Pogg. Ann. 78. 82.

6) **Brauner Glaskopf** $\dddot{F}e^2\,\dot{H}^3$. Sollte 85,3 $\dddot{F}e$ und 14,7 $\dot{H}$ haben, wovon aber auch die meisten Analysen nicht unwesentlich abweichen. Unter den Glasköpfen der häufigste und ausgezeichnetste. Er hat eine zarte dunkel nelkenbraune Faser, deren traubige, nierenförmige, stalactitische ꝛc. Oberfläche aber meist schwärzer gefärbt ist, als das Innere, was wahrscheinlich von einem etwas reichern Mangangehalt herrührt. Das Metallische verräth sich auch durch ein starkes Buntanlaufen, obgleich das Innere nur von einem schwachen Seidenglanz schimmert. Die feinen Splitter schmelzen unter Funkensprühen in der innern Flamme zu einem magnetischen Korn. Es gibt ein weiches leichtflüssiges Roheisen, was namentlich zur Stabeisenbereitung sehr brauchbar ist. In Würtemberg wurde es früher in Gängen des Buntensandsteins bei Neuenbürg auf dem nördlichen Schwarzwalde gewonnen, und als das beste Erz des Landes Stahlerz genannt; die letzten Gruben bei Langenbrandt waren sehr Manganhaltig, was ein vortreffliches Spiegeleisen gab. Ganze Stücke mehrere Tage in Salzsäure gelegt, hinterlassen öfter ein Kieselskelet, die Kieselerde geht über 4 p. C. hinauf. Unwillkommen ist Phosphorsäure.

Glaskopf bildet stets den letzten Ueberzug auf der matten, porösen, unreinern Erzmutter, und verhält sich daher wie die Krystalle zu ihrer Unterlage auf Gängen. Reich ist das Uebergangsgebirge, wo er häufig in breiten Klüften lagert: bei Grund und Elbingerode auf dem Harze, Schmalkalden und Camsdorf am Thüringer Walde, im Rheinischen Uebergangsgebirge und auf dem Westerwalde. Aus den Pyrenäen und Baskischen Provinzen erwähnte es schon Plinius hist. nat. 34. 43: und heute führt Carthagena 800,000 Tonnen Manganreicher Erze aus, die dort in Zechstein liegen sollen. Aus dem Oberschlesischen Muschelkalk gewinnt man jährlich $8\frac{1}{4}$ Mill. Centner. Da durch Verwitterung alles was Eisen enthält die Neigung zeigt, sich mit Wasser zu verbinden, so muß schon deßhalb Eisenoxydhydrat zu den verbreitetsten Eisenerzen gehören. Auf Elba hat sich der Eisenglanz, in Steiermark der Spatheisenstein darin umgesetzt.

7) Dichter Brauneisenstein. Der gewöhnliche ist matt, mit unvollkommenem splittrigem und unebenem Bruch, und einer Farbe, die stellenweis ins Ochergelbe übergeht. So bildet er in unzähligen Abänderungen die Wurzel der Glasköpfe. Zuweilen kommen auch Stücke vor, die ohne Spur von Faser im Innern doch äußerlich die Glaskopfoberfläche zeigen. Man könnte öfter versucht sein, sie für Afterbildungen von wirklichen Glasköpfen zu halten. Seltener hat die Masse einen opalartigen Glanz und Bruch, Glanzeisenstein, Stilpnosiderit; dieselbe ist spröde, und zeichnet sich auffallend von ihrer Umgebung aus. Einen Theil davon (Amberg) hat man dichten Göthit genannt, weil er 86,2 $\dot{\text{F}}\text{e}$ und 10,7 $\dot{\text{H}}$ zeigte; der meiste hat jedoch mehr Wasser. Ein kleiner Phosphorsäuregehalt, bis 3 p. C., fällt darin auf, die Ungarischen sind auch von Grüneisenerde durchzogen. Man muß sie daher vorsichtig vom Triplit pag. 579 und andern ihnen sehr ähnlichen phosphorsauren Eisenerzen unterscheiden. Uebrigens wiederholt sich die Bildung im Werner'schen Wiesenerz, wo das sogenannte „muschelige Wiesenerz" ganz dem Glanzeisenstein gleicht. Hausmann hat diese jüngsten Ablagerungen unter dem Namen Limonit zusammengefaßt, Werner nannte sie

Raseneisensteine (Sumpfeisensteine). Sie sind entschieden ockerig, aber in aller Weise verunreinigt. Man schreibt sie $\dot{\text{F}}\text{e}\,\dot{\text{H}}^2$, was einen Wassergehalt von 18,7 p. C. voraussetzen würde. Werner unterschied schon frühzeitig Wiesenerz, Sumpferz und Morasterz, aber mehr nach ihrer Formation, als nach ihrer Beschaffenheit, die unter Umständen bei allen dreien die gleiche sein kann. „Das Bruchwasser enthält eine Pflanzensäure, welche es aus den niedergefallenen Holzblättern, Wurzeln ꝛc. in sich aufnimmt. Dadurch wird das Wasser geschickt, die zerstreuten Eisentheile aus den Steinen, über welche es fließt, über denen es steht, auszulaugen. Es führt dieselben in die niedrigsten Gegenden, wo das Bruchwasser meist stille steht, das Eisenerz häuft sich dort an, und fällt nach und nach nieder. Davon entsteht auf dem Boden der Brüche eine Schicht gelblich braunen Eisenockers (Morasterz), die anfangs sehr

schwach ist, aber durch die Länge der Zeit immer stärker, wie auch fester und fester wird, und das Sumpferz ausmacht. Trocknen endlich die Brüche zu Wiesen aus, so erhärtet auch der Eisenstein noch mehr, und wird zu Wiesenerze." Daß Verunreinigungen aller Art darin vorkommen, namentlich Sand, kann bei der Art der Ablagerung nicht anders sein. Klaproth Beitr. IV. 123 wies darin sogar 8 p. C. Phosphorsäure nach, was das Stabeisen kaltbrüchig macht, indessen gibt es ein sehr leicht flüssiges zur Gießerei besonders geschicktes Eisen. Linné glaubt daher, daß es wegen seiner leichten Gewinnungsweise das erste Eisenerz gewesen sei, woraus der Mensch versucht habe es darzustellen *(Tophus Tubalcaini)*. Die große Nordeuropäische Niederung: Holland, das Münsterland, Pommern, die Niederlausitz, Preußen, Polen, Rußland ꝛc. sind reich an diesem Erzeugniß, 46 Ferrum haltend liefern sie dort das kaltbrüchige Landeisen. Man gewinnt es nicht blos trocken als Wiesenerz, für dessen schönstes Vorkommen Werner's Geburtsort Wehrau in der Niederlausitz angeführt zu werden pflegt, sondern man schöpft es als flüssigen Morast aus dem Grunde der Brüche, wo es sich dann immer wieder nach 8—10 Jahren in hinlänglicher Menge erzeugt. Nach Ehrenberg nimmt auch die Gallionella ferruginea wesentlichen Antheil daran, ja die Seeerze von Finnland, die ein vorzügliches weißes Eisen liefern, sollen fast ganz daraus bestehen, Berg. Hüttz. 1871. 174. Hermann's Turgit von den Turginskischen Kupfergruben am Ural soll sogar $\dddot{F}e^2 \dot{H}^3$ sein, und hat dennoch kaum 3,7 Gew.

Es würde zu weit gehen, wollten wir sorgfältig, etwa wie Hausmann im Handbuche der Mineralogie pag. 354—387, alle die kleinen Abweichungen aufzählen, welche das ockerige Eisenerz eingeht. Nur folgende wenige können wir nicht mit Stillschweigen übergehen:

Gelber Thoneisenstein von ockergelber Farbe ist in den verschiedensten Verhältnissen durch Thon und Sand verunreinigt. Man findet ihn besonders schön in verschiedenen Lagern der Flözgebirge. Häufig zeigt er rundlich ellipsoidische Absonderungen von Nuß- bis Kopfgröße (Eisennieren), die gewöhnlich in großer Menge sich finden (Brauner Jura). Der innere Kern ist stets etwas lockerer, sondert sich auch wohl ganz ab, und dann klappern die Steine. Das sind die im Alterthum so berühmten

Adlersteine, Aetites Plinius 36. 39, magnam famam habent, reperiuntur in nidis aquilarum. Ajunt binos inveniri, marem et feminam: „im Bauche haben sie einen harten Stein, oder einen zarten Thon, daß es klappert, wenn man sie schüttelt." Noch heute hat die Bildungsweise etwas Auffallendes. Die Dicke der Rinde beträgt nur wenige Linien, und besteht bei denen jüngerer Formationen häufig aus Quarzsand, der durch eingesickertes Brauneisen cementirt wurde. In den schaaligen Bohnerzen der Alp findet man sie stellenweis, der Braunkohlensand von Priesen unterhalb Aussig in Böhmen liefert besonders schöne Exemplare.

Bohnerz gleicht in seiner vollkommensten Bildung runden Erbsen, die innen aus mehreren concentrischen Lagen bestehen, und zwar so regelmäßig, daß beim Daraufschlagen sich immer kleinere Erbsenformen mit glänzender Oberfläche herausschälen, nur der innerste Kern ist etwas verworren, und auch dieser nicht bei allen. Die schlechten sind innen hohl und locker, wie Adlersteine, aber wahrscheinlich auch nur in Folge von Umbildung. Solche regelmäßige Körner wachsen und fließen zwar zu compacten bis Centnerschweren Erzklumpen mit unregelmäßiger Rundung zusammen, allein man erkennt darin häufig die einzelnen concentrisch schaligen Körner wieder, woraus sie entstanden. Alles liegt in einem intensivgefärbten ockergelben thonigen Lehm, der vor der Benutzung abgeschlämmt werden muß. Das Ganze erinnert zu lebhaft an Erbsensteinbildung pag. 502, als daß man ihre Entstehung anders erklären dürfte, wenn es auch heute da, wo sie lagern, an Quellen fehlt. Sie finden sich besonders ausgezeichnet auf dem Jurakalk in Deutschland und Frankreich, erfüllen hier entweder sehr unregelmäßige Spalten, die erst durch die Wasser ausgefressen sind, in welchen sie lagern, oder bilden Lager, die sich in flachen Vertiefungen nach Art des Lehms ausbreiten. In den Spalten werden sie gern von strahligem Kalkspath begleitet. Stellenweis sind die Erze selbst reiche Fundorte für fossile Säugethiere. Schon länger ist in Süd- wie Norddeutschland ein kleiner Chromgehalt nachgewiesen (Pogg. Ann. 55. 633), seltener Vanadium. Daß auch Zink und Titan darin enthalten sein muß, beweisen die Hüttenprodukte. Schon Klaproth (Beiträge IV. 128) hat das „Eisen-Bohnerz" aus dem Högau analysirt, was im obern weißen Jura lagert: 53 $\dddot{\bar{F}}e$, 14,5 $\dot{\bar{H}}$, 23 $\dddot{Si}$, 6,5 $\dddot{\bar{A}}l$, 1 $\ddot{\bar{M}}n$. Meist bildet die Kieselerde mit der vorhandenen Thonerde Thon, welcher mechanisch hineingeführt sein dürfte. Walchner (Schweigger's Journ. 51. 209) fand im Aldinger Stollen, wo der Kugeljaspis pag. 248 lagert, olivengrüne Abänderungen, welche mit Säure gelatiniren; ein Theil der Kieselerde müßte daher an Basen gebunden sein. Sind die Bohnen innen hart und nicht ockerig, so liefern sie 30—36 p. C. eines leicht flüssigen Eisens. In Württemberg gewinnt man allein 150,000 Ctr. alljährlich, besonders in der Umgegend von Nattheim und Tuttlingen. Auch der französische Jura, Haute Saone, Berry ꝛc. ist reich daran. Die Bildung der Bohnerze ist eine noch viel bestrittene Frage: Greßly (Neue Denkschr. allg. Schweizer Ges. Naturw. 1841. V. Tab. 14. Fig. 8) dachte sich geradezu Eruptionskrater; Hr. Deffner (Württ. Jahreshefte 1859. 257) sieht es als Afterbildungen von Schwefelkies an; am wahrscheinlichsten sind es Concretionen aus Eisensäuerlingen, die heute nicht mehr fließen.

Gelber Eisenoolith im Braunen Jura besteht aus kleinen runden concentrisch schaaligen Kugeln oder zusammengedrückten Linsen, in einen mergeligen Kalk eingesprengt. Manche Schichten sind so reich und grobkörnig (Schicht des Ammonites macrocephalus bei Geisingen an der Donau), daß sie früher gewaschen und verschmolzen wurden. Die Fürstenbergische Schmelzhütte Thiergarten an der Donau, am 5ten August

1863 nach 192jährigem Bestehen eingestellt, hat viel davon verschmolzen. Kleinkörniger ist Beudant's Berthierine aus dem Braunen Jura von Hayange bei Metz. Die braunen Eisenoolithe liegen in einer grünen chloritischen Grundmasse, wie man sie in den Eisensteinen des Braunen Jura β häufig trifft. Sie bilden den Grundstock der Lothringer Erze. Im Tertiärgebirge (am Kressenberge bei Traunstein in den Bayerischen Alpen) sind die Körner schwärzlichbraun, gehen sogar in's Grün, was von Verunreinigung herrührt. In der Kreideformation der Alpen kommen grünlich schwarze bis grüne Oolithe vor, die mit Säure eine Kieselgallerte geben. Am Berge Chamoison bei St. Maurice im Wallis werden diese auch auf Eisen benutzt (Chamoisit). Die Analyse gab 60,5 Eisenoxydul, 17,4 Wasser, 14,6 S̈i und 7,8 Äl.

Brauneisenocker ist der erdige zerreibliche Zustand von intensiv gelber Farbe, aber meist verunreinigt durch Thon. Schließt sich an die Gelberde an, diese brennt sich aber roth, während der ächte Ocker in starkem Feuer noch schwarz wird in Folge des Eisenreichthums.

Beauxit (Berthier, Ann. des mines 1821. VI. 531) von Beaux bei Arles, gern oolitisch von weißer, gelber und brauner Farbe, ein Mittelding zwischen Diaspor und Brauneisen, ist in neuerer Zeit technisch wichtig geworden. Deville (Ann. Chim. Phys. 1861 LXI. 309) schrieb ihn Bauxit und zeigte, daß er Kieselerdefrei sei, und im Feuer Korund gebe. Sie werden zur Darstellung des Aluminiums (Jahrb. 1871. 940) und besonders des Alauns benutzt. Die reinern Varietäten dienen wegen ihrer Strengflüssigkeit zum Futtern von Tiegeln. Die unreinen, welche auf der Grenze zwischen Kreide und Tertiär ganze Lager bilden, enthalten noch Thon, folglich auch verschiedene Mengen von Kieselerde. Ein Wassergehalt ist allen wesentlich. Die eisenreichen von Beaux haben 52 Äl, 27,6 F̈e, 20,4 Ḧ; am Senegal sogar 33,6 F̈e. Die lichtern Thonreichen von Wochein (Wocheinit) in Krain haben etwas Kaolinartig Erdiges, die Thonerde geht bis auf 73 p. C., das Eisenoxyd auf 2 p. C., bildet Lager zwischen Keuper und Jura. Titan- und Vanadingehalt bemerkenswerth.

b) Manganerze.

Ihr Vorkommen ist viel beschränkter, als das der Eisenerze. Doch sollen Geschiebe Amerikanischer Flüsse besonders an Wasserfällen sich mit einer glänzenden Schicht von Braunstein bedecken. Quell- und Humussäure lösen Manganoxydul, das sich an der Luft dann oxydirt (Silliman's Amer. Journ. 1852. XIII. 9). Der Hauptsache nach sind sie auf schmale Gänge und Nester beschränkt, welche im rothen Porphyr und dessen Sandsteinen am liebsten mit Schwerspath aufsetzen. Kleinere Mengen finden sich häufig in Begleitung von Brauneisenstein. In der Lahngegend kommen sie als Mangansteinengebirge (Zerrenner, Manganerzbergbaue 1861) in ungeahnter Menge vor. Die Farben aller oxydischen Manganerze sind schwarz.

Wenn die verschiedenen Oxydationsstufen lange den Einflüssen der Luft ausgesetzt sind, so gehen sie in schmutzendes Mangansuperoxyd ($\ddot{M}n$) über, daher das Unbestimmte im Sauerstoffgehalt. Sie sind unschmelzbar, und die höhern Oxydationsstufen lösen sich unter Entwickelung von Chlor in Salzsäure. Im Oxydationsfeuer bekommt man ein schönes amethystblaues Glas, das in der Reductionsflamme farblos geblasen werden kann, besonders wenn man nur wenig Manganerz im Phosphorsalz schmilzt. Spuren entdeckt man mit Soda in der äußern Flamme: es entsteht Mangansaures Natron, das grünlich aussieht. Nach Simmler färbt Chlormangan die Flamme grün (Pogg. Ann. 115. 425). Scheele entdeckte darin gleichzeitig mit Pristley durch Erhitzen den Sauerstoff.

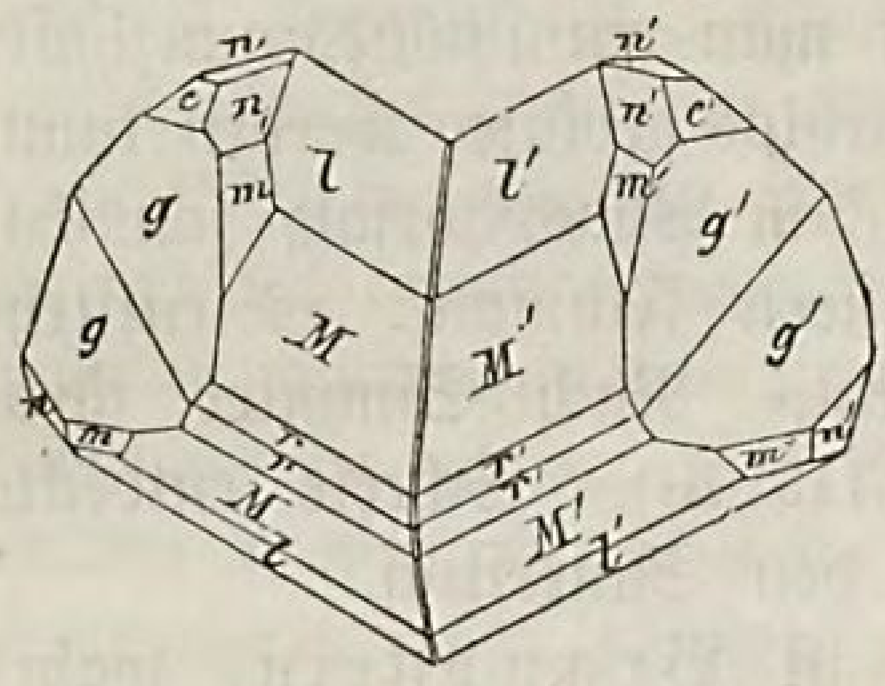
Der alte bergmännische Name für alle ist Braunstein, wahrscheinlich weil sie in der Töpferei eine braune Glasur geben. „Kein Fossil hat die Caprice der Mineralogen so empfunden als eben der Braunstein" sagte Werner bei Cronstedt 249: Die einen hielten es für Stein, die andern für Erz. Magnesia nigra ist der alte chemische Name, was wahrscheinlich mit den Zaubersteinen des Magnets pag. 746 zusammenhängt, und schon Plinius hist. nat. 36. 66 scheint die Anwendung zum Entfärben des Glases zu kennen, wenn er sagt, daß der schlaue Scharfsinn bald nicht zufrieden war, nitrum zum Glassatz zu mischen, sondern coeptus addi et magnes lapis. Auch das von manganizo (reinigen) abgeleitete Wort deutet darauf. Die Glasmacher des 16ten Jahrhunderts nennen ihn Mandagesum, Mercati sagt schon Manganesa. Das Manganmetall (Brunner Pogg. Ann. 101. 264), anfangs Manganesium genannt kam erst 1808 durch Klaproth in dem verkürzten Wort Mangan in Aufnahme, es gleicht hellem Gußeisen, ist sehr politurfähig, spröde, und schneidet Glas und Stahl mit Leichtigkeit. Gibt mit Kupfer dem Neusilber ähnliche Legirungen. Braunsteinhaltige Eisenerze dienen besonders zur Stahlfabrikation, sie geben eine leichtflüssige Schlacke, welche die Eisentheilchen umhüllt, und die Ausscheidung der Kohle hindert, was die Bildung von reichgekohlten Spiegeleisen zur Folge hat.

1. Braunmangan $\dddot{M}n\,\dot{H}$.

Nach seinem braunen Strich genannt. Dem Brauneisen $\dddot{F}e\,\dot{H}$ genau entsprechend, wornach der Name leicht behalten wird. Werner vermischte die Sache noch, aber nannte dieses vorzugsweis blättrigen grauen Braunstein. Noch unsicherer ist zwar Hauy IV. 322, doch begriff er die Säulen von 100° mit unter seinem Manganèse oxydé. Erst Haidinger (Pogg. Ann. 7. 225 und 14. 199) unterschied es schärfer unter dem neuen Namen Manganit. Es ist nicht nur das gewöhnlichste, sondern auch das schönste unter den Manganerzen. Nimmt aber leicht Sauerstoff auf, und verliert dadurch an Glanz.

2gliedrig und isomorph mit Brauneisen, aber Krystalle schöner und immer vorhanden, wo es auftritt. Die Säule $M = a : b : \infty c$

99° 40′ in der vordern Kante, gewöhnlich durch Längsstreifen entstellt. Ihr blättriger Bruch tritt mehr oder weniger deutlich hervor. Dagegen stumpft ein leicht darstellbarer Blätterbruch b : ∞a : ∞c die scharfe Säulenkante ab, also genau wie beim Brauneisen. Am Ende herrscht die

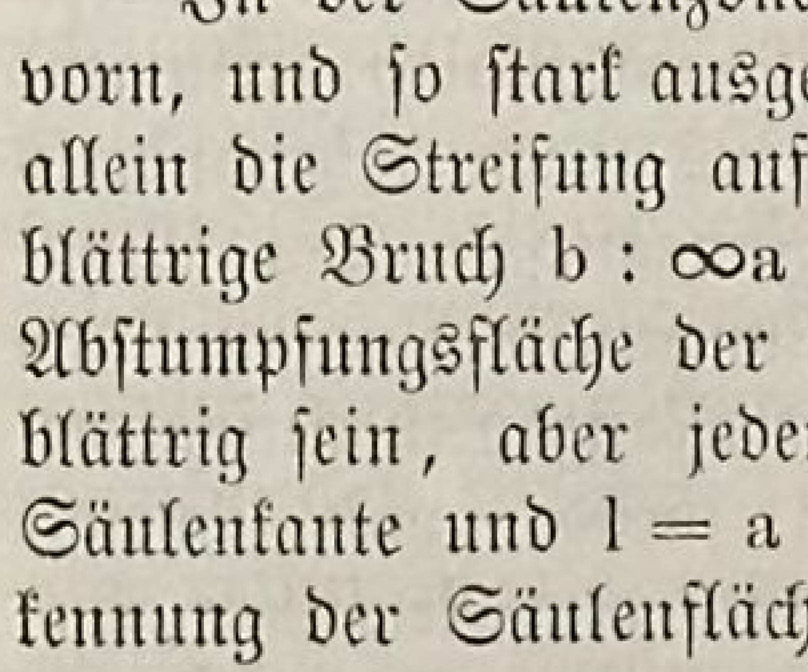


Geradendfläche o = c : ∞a : ∞b mit Streifungen parallel der Axe b vor, was zu einem Paare d = a : c : ∞b mit 114° 10′ in c führt, woraus

$a : b = 1{,}5489 : 1{,}8354 = \sqrt{2{,}4} : \sqrt{3{,}369}$;
$lga = 0{,}19011$, $lgb = 0{,}26373$.

Auch ein drittes zugehöriges Paar e = b : c : ∞a mit 122° 50′ in Axe c kommt sehr bestimmt vor, nach ihm richten sich die so häufigen **Zwillinge**, welche dieses e gemein haben und umgekehrt liegen, sich daher unter 122° 50′ mit den Säulenstreifen schneiden. Oefter meint man zwar wegen der vielen unbestimmten Säulenflächen, das Paar sei nicht gerade auf die scharfe Säulenkante aufgesetzt, aber wenn man vorsichtig den Blätterbruch b darstellt, so fällt er genau in die Kante e/e, also kann es nur ein Paar aus der Zone der Axe a sein.

In der Säulenzone findet sich öfter s = a : $\frac{2}{3}$b : ∞c mit 76° 37′ vorn, und so stark ausgedehnt, daß man leicht Axe a für b nehmen kann, allein die Streifung auf der Geradendfläche parallel der Axe b und der blättrige Bruch b : ∞a : ∞c leiten. Denn nach Haidinger soll zwar die Abstumpfungsfläche der stumpfen Säulenkante a : ∞b : ∞c auch etwas blättrig sein, aber jedenfalls undeutlich; r = a : 2b : ∞c die stumpfe Säulenkante und l = a : $\frac{1}{2}$b : ∞c die scharfe zuschärfend machen die Erkennung der Säulenflächen unsicher. Als Endigung findet sich in der



Diagonalzone von d = a : c : ∞b häufig ein sehr stumpfkantiges Oktaeder g = a : c : 3b mit 162° 39′ in der vordern Endkante, durch sein oscillatorisches Auftreten erzeugt es starke Streifen auf d. Daneben in der Ecke liegt in der gleichen Diagonalzone n = a : c : $\frac{1}{2}$b, wie man leicht aus dem stumpfen Winkel sieht, den sie auf M mit der scharfen Säulenkante macht. Das sogenannte Grundoktaeder P = a : b : c kommt fast nicht vor, in günstigen Fällen als eine feine Abstumpfung der Kante g/n. Dagegen tritt m = $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{2}$b : c mit der seitlichen Endkante von n/n und der Seitenkante von P/P in eine Zone fallend recht bestimmt wenn auch klein auf. Am interessantesten jedoch ist eine hemiedrische Fläche c = $\frac{5}{3}$a : $\frac{5}{6}$b : c, die mit der horizontalen Kante l/n in eine Zone fällt. Ihre Lage in den abwechselnden Quadranten ergibt wie beim Bittersalz pag. 641 ein zweigliedriges Tetraid. Haidinger bildet sogar Zwillinge ab, worin beide Individuen sämmtliche Flächen gemein haben, nur in Beziehung auf die Tetraidflächen c liegen sie dergestalt umgekehrt, daß

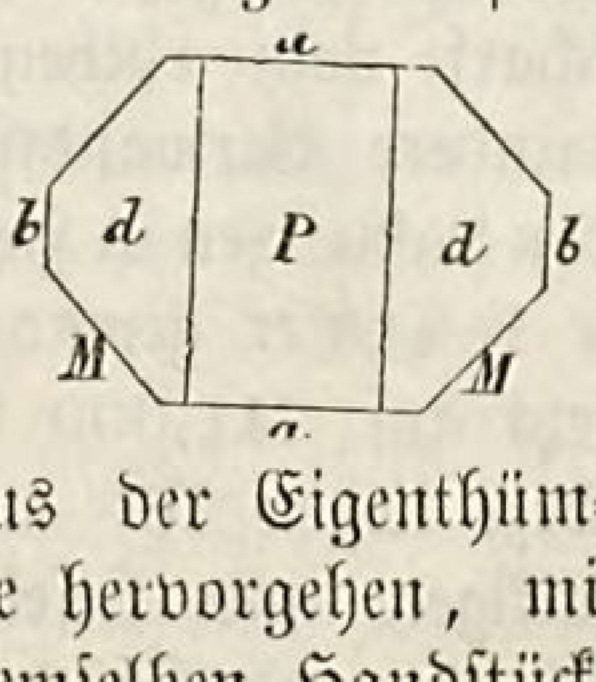
die c Flächen sich zu einem vollständigen Oktaeder ergänzen. Alle diese schönen Krystalle finden sich zu Ihlefeld am Harz, wo sie mit Schwerspath Gänge im Porphyrgebirge bilden.

Eisenschwarz, je veränderter desto stahlgrauer. Röthlich brauner Strich. Stärkster Metallglanz unter den Manganerzen. Härte 4, Gewicht 4,3. Manganoxydhydrat mit 89,8 $\dddot{M}n$ und 10,2 $\dot{H}$. Unschmelzbar, gibt aber 3 p.C. Sauerstoff ab, indem es sich in rothes Oxyd ($Mn\,\ddot{M}n$) verwandelt. Ihlefeld, Ilmenau, Neukirchen im Elsaß, Neuenbürg auf dem Württembergischen Schwarzwalde, Graham bei Aberdeen 2c. Verwandelt sich leicht durch Aufnahme von Sauerstoff in

2. Graumangan $\ddot{M}n$.

Nach seinem schwarzgrauen Strich genannt, vorzugsweis unter Werner's strahligem grauem Braunstein begriffen, Hausmann's Weichbraunstein, das abfärbt. Von den Franzosen Savon de verriers (de l'Isle Cristall. III. 89) genannt, weil es wegen seines Sauerstoffreichthums besonders sich eignet, das Glas von der durch kohlige Substanzen oder Eisenoxydul erzeugten braunen oder grünen Farbe zu befreien. Deßhalb Pyrolusit (πῦρ Feuer, λούω wasche, Haidinger, Pogg. Ann. 14. 204). Laxierstein der Ungarn, dessen Sauerstoff die Hitze des Ofens vermehrt, die Eisenmasse flüssiger macht (der „Ofen laxirt").

Afterkrystalle nach Braunmangan häufig, ächte Krystalle finden sich meist mit Brauneisenstein zusammen in kurzen Säulen, deren Winkel sich aber nicht scharf bestimmen lassen. Die ersten maß Haidinger aus dem Brauneisen von Eiserfeld bei Siegen, sie finden sich ferner schön bei Hirschberg in Westphalen, im Brauneisen von Bülten bei Peine in Hannover, Platten in Böhmen, besonders aber zu Schimmel und Osterfreude bei St. Georgenstadt im Erzgebirge. Die annähernden Winkel betragen in der Säule M = a : b : ∞c 93° 40′ (92° 52′ Breithaupt), deren stumpfe Kante durch a = a : ∞b : ∞c und deren scharfe durch b = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft wird, alle vier etwas blättrig aber stark faserig. Außer der Geradendfläche P = c : ∞a : ∞b findet sich auf die scharfe Kante aufgesetzt ein Paar d = b : c : ∞a 140° in c, was man zwar durch eine Annahme von 2b : c : ∞a auch dem Braunmangan annähern könnte, doch scheint es eine besondere Krystallisation zu sein.



Das dürfte auch aus der Eigenthümlichkeit der Blätterung und Verschiedenheit der Farbe hervorgehen, mit welcher sie sich z. B. bei Elgersburg an ein und demselben Handstücke von dem in Graumangan verwandelten Braunmangan unterscheiden. Breithaupt hielt diese unter den Superoxyden allein für frisch, und nannte sie Verwechselungen zu verhüten Polianit (πολιός grau).

Eisenschwarz, aber lichter grau als Braunmangan, und mit geringerem Glanz. Graulich schwarzer Strich. Härte 2, stark abfärbend, Gew. 4,9.

Mangansuperoxyd, unschmelzbar, verwandelt sich in der Hitze in $\dot{\mathrm{Mn}}\,\dddot{\overline{\mathrm{Mn}}}$, und gibt dabei 12 p. C. Sauerstoff ab. Ein geringer Wassergehalt 1—2 p. C. rührt wahrscheinlich vom Braunmanganerz her.

Die langstrahligen bis feinfasrigen Abänderungen, wie man sie z. B. zu Oehrenstock und Elgersburg bei Ilmenau, Friedrichroda, Reinwege &c. am Thüringer Wald findet, sind ohne Zweifel verändertes Braunmangan, nicht selten haben auch dicke Krystalle innen noch einen braunen, dagegen außen schon einen grauen Strich. Solches strahlige Erz scheidet sich in kleinen Mengen auch im Brauneisenstein (Neuenbürg, Siegen) oder verwitterten Spatheisen (Hüttenberg) aus. Besonders interessant ist das Vorkommen in Centralfrankreich (Dufrénoy Traité Miner. II. 416), wo Gesteine mit Pyrolusit und Psilomelan einen Gürtel um das krystallinische Urgebirge machen, die Juraformation lagert sich an, und beide werden durch einen Sandstein (Arkose) getrennt. Die Manganerze schweifen nur nesterweis begleitet von Schwerspath auf der Grenze herum, bald aus dem Urgebirge durch die Arkose ins Flözgebirge und umgekehrt tretend. Wie der Schwerspath, so kann auch das Manganerz erst später eingedrungen sein. In den Eisengruben von Beauregard (Dep. Yonne) sind die Liasmuscheln, besonders die dickschaligen Thalassiten, in Eisenglanz verwandelt, der von Manganerz begleitet wird. Die Grube von Romanèche bei Mâcon ist ein Tagebau im Porphyr, der 60′ tief auf 2 Gängen von 3—4 Meter Dicke mitten im Ort hinabgetrieben wird, und darauf lagert sich dann der untere Lias. Zu St. Christoph (Cher. Dep.) ist die Arkose förmlich mit Manganerz geschwängert. Zu St. Martin de Fressengas bei Thiviers kommt das Erz in Knoten und kleinen Gängen im untern Oolith bis in den Gneis hinab vor. Delanoue glaubte daher, daß das Mangan in der Oolithenformation abgelagert, und dann erst durch Lösung und Schwemmung den tiefern Schichten zugeführt wurde. Das Manganerz von Nontron (Dordogne) auf Lias enthält etwas Kobalt, den man mit Nutzen herausziehen kann. Spanien trat bei Huelva Westsüdwest Sevilla plötzlich mit 500,000 Ctr. auf den Europäischen Markt und zwar mit dem besten Pyrolusit und Psilomelan, im Lager scharf vom rothen Eisenkiesel getrennt, wahrscheinlich weil Kieselsäure mindere Verwandtschaft zum Mangan als zum Eisen hat. Das machte den Lahnerzen in Hessendarmstadt und Nassau, wo man jährlich 550,000 Ctr. à 1 Thaler gewann, die sogar 1857 einmal auf 670,000 Ctr. stiegen, jetzt auf 241,000 Ctr. gesunken sind, empfindliche Concurrenz. Diese Erze liegen 10′—40′ mächtig unter Thon ganz an der Oberfläche des kalkigen und kieseligen Uebergangsgebirges, und bestehen aus Mulm, Wasch- und Stückerz, was mit Dampfmaschinen aufbereitet wird. Graumangan ist das gewöhnlichste und technisch wichtigste, gerade weil es so leicht durch Oxydation entsteht. Phillips

Varvicit von Warwickshire, später auch von Ihlefeld und Leysa in Hessen erinnert durch seine kurzstrahlige Blättrigkeit zwar an das krystallinische Graumangan, allein nach der Analyse will man $\ddot{\mathrm{Mn}} + \dddot{\overline{\mathrm{Mn}}}\,\dot{\overline{\mathrm{H}}}$ an-

nehmen, und nach Breithaupt (Pogg. Ann. 61. 187) soll es entschieden nur verändertes Braunmangan sein. Die sehr deutlichen Afterkrystalle von Oehrenstock in Dreikantnern von Kalkspath sind durch mechanische Erfüllung von strahligem Braunmangan entstanden, das sich dann später in Graumangan verwandelte (Epochen der Natur pag. 110).

3. Hartmangan $\ddot{\overline{Mn}}$.

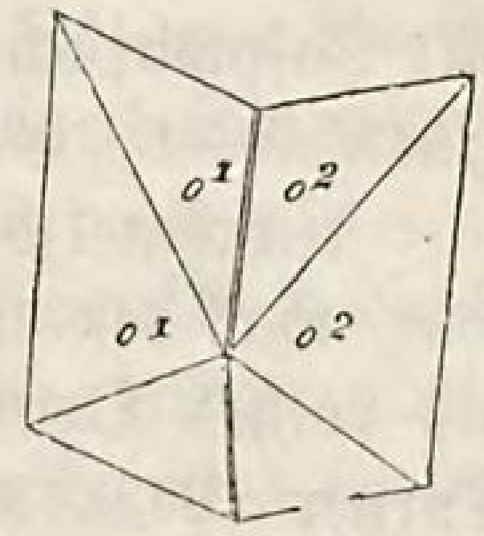
Brachytypes Manganerz Mohs (Pogg. Ann. 7. 234), Braunit Haidinger (Pogg. Ann. 14. 203). In großer Menge zu Oehrenstock bei Ilmenau im Porphyr brechend. Kleine viergliedrige Oktaeder, die man aber von regulären im Ansehen nicht unterscheiden kann, Endkanten 109° 53' und Seitenkanten 108° 39', also nur wenig stumpfer als das reguläre Oktaeder. Die Flächen meist gekrümmt und etwas blättrig.

Schwarz und viel dunkeler als die genannten. Das Pulver ein Stich ins Roth. Unvollkommener Metallglanz. Härte 6—7, daher unter allen Manganerzen das härteste, Gew. 4,8.

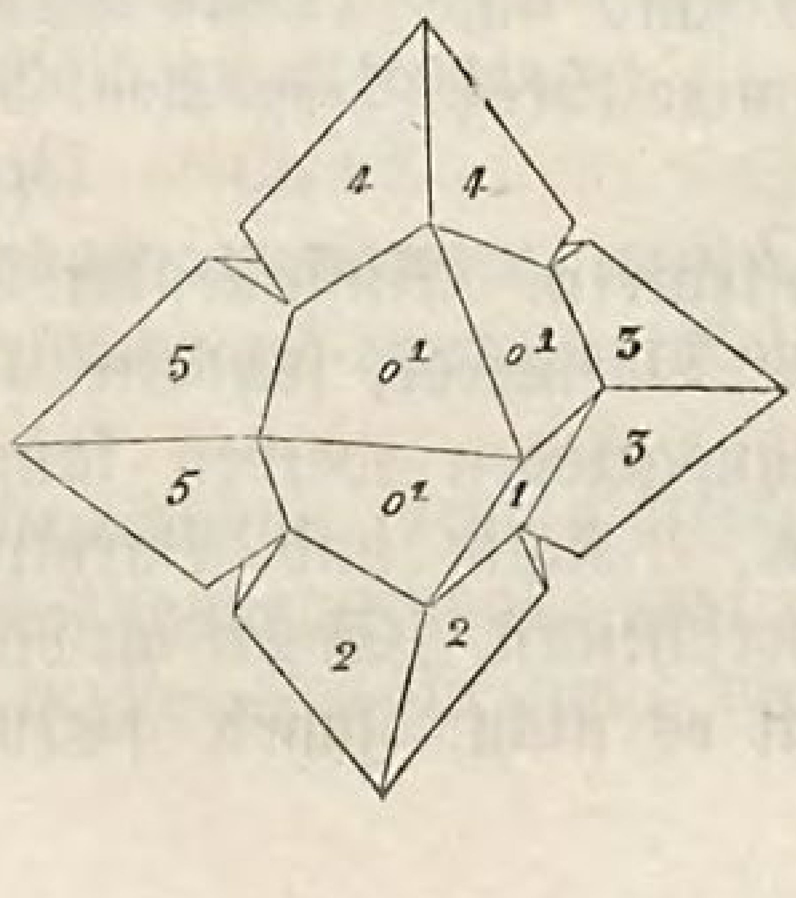
Unschmelzbar besteht aus Manganoxyd $\ddot{\overline{Mn}}$, durch 2,6 Baryterde verunreinigt. Es fällt bei dieser Zusammensetzung allerdings auf, daß es nicht mit Eisenglanz isomorph ist, da Mangan das Eisen doch so häufig vertritt, Hermann will es daher als $\dot{Mn}\,\ddot{Mn}$ betrachtet wissen, was man in neuern Zeiten zu den Formeln ($\dot{Mn}$, $\dot{Ba}$) $\ddot{Mn}$ oder gar ($\dot{Mn}$, $\dot{Ba}$) ($\ddot{Mn}$, $\ddot{Si}$) erweitert hat, worin Baryterde das Manganoxydul, und Kieselerde, die sich mit concentrirter Salzsäure gelatinös ausscheidet, Mangansuperoxyd vertreten würde. Auch an die Gruppirung 3 $\ddot{\overline{Mn}}$ + $\dot{Mg}\,\dddot{Si}$ hat man gedacht. Ihlefeld, Leimbach, St. Marcel (Marcelin).

4. Scharfmangan $\dot{Mn}\,\ddot{\overline{Mn}}$.

Schwarzer Braunstein Werner's, die scharfe Form des Oktaeders schon von Hauy (Traité IV. 266) erkannt, daher von Mohs pyramidales Manganerz genannt, Haidinger schlug den Namen Hausmannit vor, Hausmann selbst nannte es aber Glanzbraunstein.



Viergliedrige Oktaeder 105° 25' in den Endkanten und 117° 54' in den Seitenkanten, gibt a = $\sqrt{0,7249}$. Quer gegen die Hauptaxe, also parallel einer Geradendfläche c : ∞a : ∞a, deutlich blättrig. Auch das nächste stumpfere Oktaeder a : c : ∞a und ein dreifach stumpferes a : a : $\frac{1}{3}$c kommt untergeordnet vor. Häufig und höchst ausgezeichnet sind Zwillinge, welche die Fläche des nächsten stumpferen Oktaeders gemein haben und umgekehrt liegen. Man darf das Oktaeder nur in einer 2 + 1gliedrigen Säulenstellung nehmen, parallel dieser stumpfen Säulenkante von 117° 54' in der Mitte durch-



sägen, und die beiden Hälften um 180° gegeneinander verdrehen, so kommt ein Schwalbenschwanzzwilling ähnlich dem Gyps, nur daß die scharfe Säulenkante o^1/o^2 nicht abgestumpft ist, wohl aber sind die sämmtlichen Flächen dieser Säule in beiden gemein, während die Augitpaare 1/2 unter 165° 38′ und ihre Mediankante oben unter 161° 38′ einspringen. Eine förmliche 2 + 1gliedrige Ordnung. Gewöhnlich sind es Fünflinge, indem um ein mittleres Hauptindividuum (1) sich 4 Nebenindividuen lagern (2—5). Sie erscheinen wie ein Oktaeder mit eingeknickten Kanten von 161° 38′, und dreimal eingeknickten Flächen, wovon zwei an der Zwillingsgrenze (1/2, 1/3, 1/4, 1/5) 165° 32′ betragen, während die Nebenindividuen 2—5 untereinander sich nicht berühren, sondern in der geknickten Oktaederfläche (2/3, 3/4, 4/5, 5/2) einen Winkel von 22½° offen lassen, der sich aber mit Masse ausfüllt. Die ganze nicht gezeichnete Unterseite geht respective den Flächen von 1 parallel, da je zwei Flächen der Nebenindividuen mit einer des Hauptindividuums parallel gehen müssen, vermöge des Zwillingsgesetzes.

Pechschwarz mit röthlich braunem Strich und unvollkommenem Metallglanz. Härte 5, Gew. 4,8, ist also etwas leichter als Hartmangan, obgleich es weniger Sauerstoff hält. Manganoxydoxydul von der Zusammensetzung des Magneteisens, aber doch damit nicht isomorph, deßhalb wollte es Hermann als $\dot{\text{M}}^2\ \ddot{\text{M}}\text{n}$ ansehen. Ilmenau und Ihlefeld. Bei Pajsberg in Schweden bildet es theils rein, theils mit Magneteisen und Eisenglanz vermischt ganze Lager im Dolomit, von Schnüren gediegenen Bleis durchzogen pag. 728. Daubrée hat es künstlich aus Manganchlorür mit Wasserdampf in der Rothglühhitze dargestellt.

5. Schwarzer Glaskopf.

Schwarzeisenstein Werner, untheilbares Manganerz Mohs, Psilomelan Haidinger (ψιλός kahl, μελάς schwarz). Ein Manganglaskopf mit traubiger und nierenförmiger Oberfläche, aber innen nicht faserig, sondern mit Jaspisbruch. Der Strich hat etwas Glanz. Bläulichschwarze Farbe, Härte 5—6, Gew. 4.

Unschmelzbar. Es scheint keine bestimmte chemische Verbindung zu sein, was den dichten Zustand erklärlich macht. Nimmt man das Mangan als rothes Oxyd ($\dot{\text{M}}\text{n}\ \ddot{\text{M}}\text{n}$), so bleibt noch ein Ueberschuß an Sauerstoff. Turner (Pogg. Ann. 14. 225) analysirte den von Schneeberg und Romanèche und fand 69,8 rothes Oxyd, 7,3 Sauerstoff, 16,4 Baryterde, 6,2 $\dot{\text{H}}$, Rammelsberg (Pogg. Ann. 54. 556) möchte daraus die Formel

$$(\dot{\text{M}}\text{n},\ \dot{\text{B}}\text{a})\ \ddot{\text{M}}\text{n}^2 + \dot{\text{H}}$$

construiren. Auffallender Weise fand Fuchs in einem vom Fichtelgebirge keine Baryterde, sondern 4,5 Kali, was nach dem Glühen mit Wasser herausgezogen werden kann. Der von Horhausen im Siegenschen hat 3 $\dot{\text{K}}$. Kali- und Barytpsilomelane lassen sich durch Spectralanalyse unterscheiden. Sogar an Natron- und Lithionpsilomelanen (Lithiophorit) fehlt es nicht, Jahrb. 1873. 165.

Er gehört zu den verbreitetsten Manganerzen, namentlich gern mit Brauneisenstein, wie zu Neuenbürg im Schwarzwalde, und auf der Grube Löh bei der Rothen Mühle südlich Olpe in Westphalen. List (Pogg. Ann. 110. 321) fand im letztern neben Kali, Kalk, Kupfer, Kobalt $\dot{Mn}^2 \ddot{Mn}^3 \dot{\bar{H}}$, sogar Nickel ist eine nicht ungewöhnliche Beimischung. Die Schneeberger zeichnen sich durch besondere Schönheit und Tiefe der Einschnitte aus. Durch Verwitterung überziehen sie sich mit einer nelkenbraunen Schicht, die man unter dem Namen

Wad begreift. Die ganz verwitterten Stücke sind färbend, aber schwimmend leicht. Turner wies in mehreren etwas Baryterde nach, was auf den Ursprung von schwarzem Glaskopf deutet, auch zeigen derbe Stücke noch die Glaskopfstructur. Er besteht im wesentlichen aus $\ddot{Mn} \dot{\bar{H}}$, wie Berthier's stänglich abgesonderter *Groroilit* von Groroi (Dep. Mayenne). Die Flecke des Tigersandstein im Quader, Keuper und Buntensandstein gehören dazu.

Manganschaum hat mehr Glanz und mehr Roth, er überzieht den Brauneisenstein (daher auch Brauneisenrahm genannt). *Schwarzes erdiges Manganerz* findet man gar häufig in Eisengruben, in den Bohnerzen, als Zersetzungsprodukt salinischer Eisenerze 2c. Naß sind sie schmierig. Man vergleiche hier auch *schwarzen Erdkobalt* und *Kupfermanganerz*. *Crednerit* von Friedrichsrode $\dot{Cu}^3 \dddot{\bar{Mn}}^2$ (Pogg. Ann. 74. 561) kommt zwischen scharzem Glaskopf in körnigen Parthien vor mit blättriger schiefer rhombischer Säule. Härte 4, Gew. 5.

Vorstehende Manganerze gelangen entweder als reine Erzstufen oder auf Mühlen zu Pulver gestoßen als *Braunstein* in den Handel. Ihr Werth hängt lediglich von dem Sauerstoffgehalt ab. Doch sollen die besten Braunsteinsorten nur 89—92 p. C. $\ddot{Mn}$ enthalten. Der Ctr. kostet etwa 1 Rthlr. Sie dienen zur

1) *Darstellung des unreinen Sauerstoffs.* Man glüht sie, das reine Superoxyd gibt dann ein Drittel seines Sauerstoffs ab, also $Mn^6 + O^{12}$ zerfallen in O^4 und $Mn^6 + O^8 = 2 (Mn^3 + O^4) = 2 \dot{Mn} \dddot{\bar{Mn}}$ (rothes Oxyd). Daraus folgt, daß Scharfmangan gar keinen Sauerstoff, Hart- und Braunmangan dagegen $\frac{1}{9}$ abgeben.

2) *Darstellung des Chlors.* Man mischt in Fabriken $2 Na \bar{Cl} + 2 \dddot{S} \dot{\bar{H}} + \ddot{Mn}$, es bildet sich dann $2 \dot{Na} \dddot{S} + 2 \bar{Cl} \bar{H}$; letztere Salzsäure zersetzt das Mangansuperoxyd, es wird von $2 \dot{\bar{H}} + Mn \bar{Cl} + \bar{Cl}$ das eine Atom Chlor frei. Dasselbe leitet man allmählig über Kalkhydrat, um den für die Bleicherei so wichtigen Chlorkalk zu erzeugen:

$$2 (\dot{Ca} \dot{\bar{H}} + \bar{Cl}) = 2 \dot{H} + Ca \bar{Cl} + \dot{Ca} \bar{Cl}.$$

Bei dem Massenverbrauch ist es jetzt der Industrie gelungen, aus Oxydulsalzen mittelst Einpressung von Luft Superoxyde zu erzeugen (Weldon, Chem. News 23. Sept. 1870).

3) *Entfärbung des Glases.* Eisenoxydul färbt stärker als Eisenoxyd, umgekehrt Manganoxyd stärker als Manganoxydul. Hat man daher im Glase $\dot{Fe}^2 + \dddot{\bar{Mn}}$, so setzt sich das in $\dddot{\bar{Fe}} + 2 \dot{Mn}$ um, welche

beide weniger färben. Ebenso werden kohlige Theile, die braun färben, zerstört. Nach Liebig heben sich dagegen die Complementärfarben von Grün und Roth auf, was Kohn (Elsner Chem. techn. Mittheil. 1857. V. 95) bestätigt. Bekanntlich kann man auch die Auslöschung der Farben durch Zusammengießen rother Kobalt- und grüner Nickellösungen leicht bewerkstelligen.

Als Manganhaltige Fossile hatten wir oben Manganepidot pag. 346, Mangangranat pag. 337, Mangankiesel pag. 315, Helvin pag. 452, Manganspath pag. 512, Braunspath 509, Franklinit pag. 750 ꝛc. Auch Wolfram, Hauerit enthalten wesentlich Mangan.

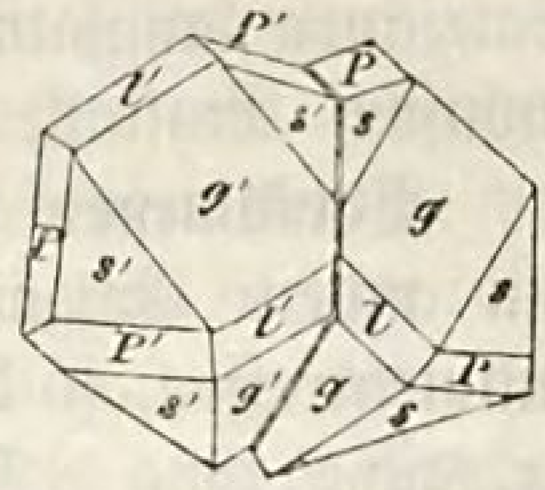
c) Zinnerze.

Ihr Vorkommen ist sehr beschränkt. Denn abgesehen vom Zinnkies gibt es kaum noch etwas Wichtiges außer dem Oxydischen Erz. Kleine Mengen im Olivin pag. 321, Euklas pag. 390, Manganepidot pag. 347, in den Tantalerzen, im Saidschützer Bitterwasser und in Quellen-Niederschlägen sind zwar gefunden, doch beweist das nur, daß auch die Verbreitung des Zinns eine große ist. Neuerlich blieben sogar kleine Zinnsteinkrystalle in den auf Kali ausgelaugten Abraumsalzen von Staßfurt zurück.

Zinnstein $\dot{\dot{S}}n$.

Schlechthin Zinnerz, Black Tin, weil es fast das einzige ist, woraus das Zinn gewonnen wird. Zinnzwitter, Zinngraupen der Bergleute. Schon von den Phöniciern und Römern gekannt. Etain oxydé, Oxide of tin. Kassiterit. Hauy IV. 182 nahm anfangs den Würfel als Kerngestalt, weil er 120° in den Endkanten und 70° 32′ ebene Winkel in den Endspitzen des Oktaeders fand.

Viergliedrig und isomorph mit Rutil. Oktaeder s = a : a : c hat 121° 35′ in den End- und 87° 17′ in den Seitenkanten, folglich $a = \sqrt{2{,}199}$. Das nächste stumpfere Oktaeder P = a : c : ∞a ist gewöhnlich durch Streifung entstellt, aber dennoch ging Hauy von ihm aus, zumal da er meinte, Spuren von Blätterbrüchen daran entdeckt zu haben. Die erste quadratische Säule g = a : a : ∞c ist immer da, und ihr entsprechen, wenn auch undeutliche Blätterbrüche, schmaler pflegt die 2te quadratische Säule l = a : ∞a : ∞c zu sein. Eine Abstumpfung zwischen beiden Säulen g/l ist r = ½a : ⅓a : ∞c, und ein Vierkantner zwischen P/g z = ½a : ⅓a : c kommt häufig in Cornwallis vor. Das sogenannte Needle Tin von Polgooth im grünen Chlorit der dortigen Zinnsteingänge zeigt blos die achtseitige Säule r mit dem Vierkantner z in der Endigung (Dufrénoy). Eine Fläche i = a : c : 3a stumpft die Kante P/s ab. Zu Monte del Rey in Spanien findet sich sogar die Geradendfläche c = c : ∞a : ∞a. Phillips gibt noch andere Flächen



w 051, h 120, y 335, t 552 an. Namentlich ist die Säulenzone oft stark entwickelt. In England finden sich zwar einfache Krystalle, ja zu Pitkäranda in Finnland (Jahrb. 1836. 107) kennt man nur diese, aber bei uns im Erzgebirge herrschen die Zwillinge vor, dieselben haben eine Fläche des nächsten stumpfern Oktaeders P gemein, und liegen umgekehrt. Hauptaxen c beider Individuen (also auch die Säulenkanten) schneiden sich unter 112° 1'. Eine Fläche l der 2ten Säule wird zur Medianebene, sie spiegelt in beiden ein. Die erste Säule herrscht gewöhnlich, doch so, daß die Oktaeder s und P noch einspringende Winkel (Visir) machen können, daher heißt sie der sächsische Bergmann Visirgraupen, die Visirkante s/s' springt 136° einwärts. Das Visir kann jedoch auch ganz verschwinden, namentlich wenn sich die zweite Säule stark ausdehnt, höchstens daß eine kurze Streifung die Stelle der einspringenden Winkel noch andeutet. Es entstehen dann wie beim Rutil knieförmige Krystalle, das Knie macht mit seinen Kanten immer 112° 1'. Bei den Visirgraupen wächst gewöhnlich ein Individuum durch, man kann das leicht für Drillinge halten, allein das Einspiegeln sämmtlicher Flächen läßt das wahre Sachverhältniß bald erkennen. Es kommen freilich auch Drillinge, Vierlinge &c. vor, es scheint aber in dieser Mehrzahl nichts Gesetzliches zu sein. Siehe Rutil.

Unvollkommener Metallglanz in Fettglanz sich neigend. Im reflectirten Licht sind die Sächsischen schwarz, auf Sprüngen scheinen sie aber gelblichroth, wie Colofonium, durch. Die Englischen zeigen häufig ganz die Colofoniumfarbe, welche sich sogar bis zum fast farblosen steigern kann. Daher geben selbst die dunkelsten fein gestoßen ein lichtaschgraues Pulver. Kleinmuscheliger Bruch. Härte 6—7, noch etwas härter als Hartmangan, daher unter den oxydischen Erzen das härteste, das mit dem Stahle Funken gibt. Gew. 6,97, aber gewöhnlich etwas leichter, kaum $\frac{1}{20}$ geringer, als das gediegene Metall (7,29 Gew.), während andere schwere Metalle $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ verlieren, Hauy IV. 196.

Zinnoxyd mit 78,6 Zinn und 21,4 Sauerstoff,

schon Klaproth (Beitr. II. 245) kam zu diesem Resultate sehr annähernd. Hat zu Basen größere Verwandtschaft als zu Säuren. Eisenoxyd, Manganoxyd und etwas Kieselerde sind die gewöhnlichen Verunreinigungsmittel, zu Finbo auch 2,4 p. C. Tantalsäure. Vor dem Löthrohr ist er für sich unveränderlich, auf Kohle in gutem Reductionsfeuer kommt ein Zinnkorn, besonders auf Zusatz von Soda. Berzelius lehrte zwei isomere Zustände des Zinnoxydes kennen (Pogg. Ann. 75. 1): eines (Metazinnsäure) ist selbst in kalter Salpetersäure löslich, das andere aber unlöslich. Zur unlöslichen gehört der Zinnstein, der hartnäckig allen Säuren widersteht, Klaproth mußte ihn daher mit Aetzkali im Silbertiegel aufschließen. Daubrée will durch Zersetzung des Zinnchlorids mittelst Wasserdampf **2gliedrige** Krystalle erhalten haben. G. Rose setzte dieselben zur Form des Brookits. Deville (Compt. rend. 1861. LIII. 161) ließ Dämpfe von

Salzsäure langsam über amorphes Zinnoxyd streichen, und bekam die schönsten Krystalle.

Vorkommen des Zinnsteins gehört zu den ältesten, denn wenn mit ihm andere Erzgänge, wie z. B. in Cornwallis die Kupfererzgänge, zusammentreffen, so durchsetzen und verwerfen sie die Zinnsteingänge (Epochen der Natur 268). Der Bergmann unterscheidet Strom- und Gangzinn. Dieses bricht meist nur auf schmalen Gängen, die kein bestimmtes Streichen einhalten, sondern das Gebirge in kleinen Trümmern netzförmig durchschwärmen. Man muß das ganze Gestein abbauen, was zuweilen nicht mehr als $\frac{1}{3}$ p. C. Erz enthält; daher heißt das Ding „Zwitter“, der Bau, etagenförmig übereinandergeführt, Stockwerk (Zinnstockwerke). Da man jedoch, um den Einsturz zu hindern, große Mittel stehen lassen muß, so gewinnt man z. B. auf der Carclaze-Grube bei St. Austle das Zinnerz geradezu in großen offenen Tagebauen (Pingen). Diese Art der Vertheilung hat der Zinnstein mit dem Golde gemein, wo die Natur daher die Zertrümmerung und Auswaschung übernommen hat, da erzeugten sich die sogenannten Zinnseifen, die ohne Zweifel zuerst auf die Entdeckung des Erzes geführt haben, und auf Banka das reine, weiche, leicht streckbare Stromzinn liefern. Die Flötze 3"—22" mächtig liegen 9'—30' tief im Lehm und Sande, und werden mit Bohrern gesucht, Berg. Hüttz. 1873. 81. Schon Plinius 34. 47 sagt ausdrücklich gigni in Gallaecia summa tellure arenosa, lavant eas arenas metallici, et quod subsidit, coquunt in fornacibus. Begleiter des Zinnsteins sind Quarz, Wolfram, Tungstein, Topas, Beryll, Apatit, Arsenikkies, Lithionglimmer, Turmalin, Flußspath ꝛc. Zuweilen sogar Feldspath (Breithaupt Paragenesis 115).

1. Krystallinischer Zinnstein, bei weitem der häufigste. Im Erzgebirge werden jährlich etwa 4000 Ctr. Zinn erzeugt. Hauptpunkte sind a) Böhmisch und Sächsisch Zinnwalde, wo das Erz in ein körniges Quarzgestein (Greisen) eingesprengt ist, nördlich dabei die berühmten Altenberger Stöcke, im Feldspathporphyr, aber die Gänge zersetzten das Gestein zu einem harten Quarz. Man muß hier jährlich 1 Mill. Ctr. Wismuthhaltiges Erz abbauen, um daraus 3000 Ctr. Zinn zu gewinnen. Am südlichen Abhange des Erzgebirges Graupen (Zinngraupen) nordöstlich Teplitz. b) Ehrenfriedersdorf und Geyer zwischen Chemnitz und Annaberg liegen stark nördlich vom Kamme des Erzgebirges, hier Gänge im Gneise. c) Eybenstock und Johann-Georgenstadt in Sachsen, Platten und Joachimsthal in Böhmen, vier Städte, welche in einer Linie von Nordwest nach Südost quer über das Erzgebirge liegen. d) Die schönsten Krystalle brechen jedoch in gangförmigen Zügen südlich Elbogen an der Eger bei Schlaggenwalde und Schönfeld. Pitkaeranda am Ladogasee liefert jetzt 5000 Pud, die Erze liegen im Salit, der Gänge im Granit bildet. Ungleich reicher als dieses alles ist die südwestliche Halbinsel Englands Cornwallis und Devonshire, wo 1874 aus 148 Gruben mit 14000 Tonnen Erz 10,000 White Tin erblasen wurde. Es sind hier wieder quarzige Zinnsteingänge, die Thonschiefer und Granit nach allen

Richtungen durchschwärmen. „Die äußere Ansicht gleicht einer zusammenhängenden Kette von Ruinen, auf den Spitzen der Berge mit den ehrwürdigen Denkmälern alter Druiden. Eine einzige Grube nimmt mit ihren überstürzten Halden, Erzhaufen, Pochhütten ꝛc. nicht selten eine halbe englische Quadratmeile ein" (Bergm. Journ. 1790. III. 2. pag. 21). St. Austle, St. Agnes, St. Just, Redruth, Polgooth und viele andere Gruben haben die schönsten Krystalle geliefert, worunter namentlich auch häufig einfache, die durch ihre Form an die Mannigfaltigkeit von Zirkon- und Hyacinthkrystallisation erinnern. In Spanien gedenkt schon Plinius des Vorkommens in Lusitania (Portugal) und Gallaecia (Gallicien, der nordwestlichen Ecke der Halbinsel), auch fing man 1787 im Granit von Monte-del-Rey dieselben wieder abzubauen an, und die Londoner Industrie-Ausstellung 1851 hatte Erzproben aus den Provinzen Orense, Lugo und Zamora. Beweise genug für ihr Vorhandensein. Ebenso kann man aus Frankreich, Schweden (Finbo mit Pyrophysalit und Tantalit), Mexiko ꝛc. Punkte nennen, selbst in den vom Aetna ausgeworfenen Granitbruchstücken ist zuweilen Zinnoxyd eingesprengt. Tschudi (Jahrb. 1860. 441) nennt das Hochland Bolivia „das zinnreichste Land der Welt." Allein das Erz kann nur auf dem Rücken der Llamas durch monatelangen Landtransport ausgeführt werden. Günstiger liegt die Halbinsel Malacca, welche mit Bangka und Junkceylon auf einem Gebiete von 17 Breiten- und 10 Längengraden so viel Zinn liefert, als England und Sachsen zusammen; auf den Bangka-Inseln von Chinesen, auf Junkceylon von Siamesen betrieben. Der Reichthum ist daselbst so ungeheuer, daß bis jetzt blos die Zinnseifen ausgebeutet werden, worin natürlich die Krystalle gelitten haben müssen. Unter den Geschieben gehören viele zu dem edelsten Erz, wie z. B. die fast farblosen aus den Seifenwerken von St. Agnes. Die Masse dagegen bildet dunkelfarbigen aus körnig krystallinischer Substanz (Granular-Tin) bestehenden Grus, welcher auf reichen Gängen die Krystallmutter bildete. Zu diesem kam dann Australien, wo Victoria 1861 schon 556 Tonnen Erz gewann, die sich 1871 bereits auf 7000 steigerten, eine gefährliche Concurrenz für Cornwallis, wo in Folge dessen viele Gruben erliegen, Berg. Hüttz. 1875 pag. 2. Das meiste aus Zinnseifen, doch kennt man auch Gänge im Granit.

2. Holzzinn (Wood-Tin), Kornisch-Zinnerz Werner. In deutlichen Stücken ein ächter Zinnglaskopf. Nach seiner holzbraunen Farbe und fasrigen Structur genannt. Die Oberfläche geht nicht selten ins schön Kastanienbraune, das Innere ist jedoch matt. Das excentrisch Fasrige und concentrisch Schalige in Verbindung mit Anfängen von Glaskopfstructur erinnert an lichte Brauneisensteine. Gewicht geht auf 6,4 hinab, Härte 5—6. Verunreinigung von Eisenoxyd bis auf 9 p. C. Es kommt in den Seifenwerken von St. Austle, Xeres in Mexiko, Warwick in Queensland vor, 89,4 $\ddot{S}n$, 6,6 $\ddot{F}e$, 2,2 $\ddot{S}i$, 1,2 $\ddot{A}l$, Bergemann (Jahrb. 1857. 305).

Afterkrystalle nach Feldspath pag. 263 sind auf der Grube Huel Coates bei St. Agnes Beacon auf einem Gange in verwitterten

Granit eingesprengt. Es ist eine feinkörnige mit Quarzsand gemengte Masse, welche die Räume vorher zersetzter Carlsbader Zwillinge erfüllt.

Die Kenntniß des Zinn's pag. 729 knüpft sich durchaus an die des Zinnsteins. Kein Erz ist daher seit dem grauen Alterthum so berühmt, als dieses. Schon Homer (Ilias 18, 474. 612. 20, 271) nennt es *κασσίτερος*, und die Phönicier holten es von den Kassiteriten. Da es die Eigenschaft hat, Metalle (besonders Kupfer) zu härten, so war es in einer Zeit, wo Eisen fehlte, von besonderer Wichtigkeit, und daher ist auch Verwechselung gar nicht möglich. Plinius nennt es Plumbum candidum im Gegensatz von nigrum dem Blei, und Aristoteles wußte schon, daß es leichter als Blei schmilzt pag. 169. Daher unterscheidet Plinius weißes Blei vom schwarzen daran, daß das weiße in geschmolzenem Zustande das Papier nicht durch seine Hitze, sondern durch sein Gewicht zerreiße. Zugleich erzählt er die griechische Fabel, daß das pretiosissimum candidum a Graecis appellatum cassiteron aus Inseln des Atlantischen Oceans geholt werde, und zwar auf geflochtenen mit Fellen umnähten Schiffen. Gedenkt aber nicht, wie Caesar de bello gall. V. 12, Englands, sondern meint, das sei das spanische Gallicien gewesen; während Spätere sogar Malacca als das Land jenseits der Säulen des Hercules ansahen, wo die Phönicier das hochgeschätzte Metall holten. Denn das Land heißt im Sanskrit Kastira, und liefert an vielen Punkten Metall (Ritter Asien VI. 882). An der Toskanischen Küste kennt man noch die Cento Camerelle (Hundert Kammern), die vielleicht schon von den alten Etruskern herrühren. Um Christi Geburt nannte Diodorus V. 22 ausdrücklich die Insel Ictis (St. Michael's Mount), die bald Insel bald Halbinsel sei (Lyell, Principles of Geology, 10te Aufl. I. 539), wo das Zinn verhandelt und in 30 Tagen auf Pferden nach dem Ausfluß der Rhone gebracht werde.

Zinn aus seinem Erze zu gewinnen, macht einige Mühe. Es muß geröstet, gepocht und geschlämmt werden. Beim Schlämmen fällt auch Tungstein pag. 608 mit, welcher lange für weiße Zinngraupen gehalten wurde. Dann wird das reinere Erz in Hoch- oder Flammenöfen unter starkem Gebläse mit Kohle reducirt.

Abgesehen von Bronze pag. 703 wird es besonders mit Blei legirt (3—50 p. C.). Proust hat gezeigt, daß darin das Blei weniger angegriffen werde als das Zinn. Da Zinn von Luft und Wasser nicht angegriffen wird, so dient es hauptsächlich zum Verzinnen von Eisen- und Kupfergefäßen, bei Eisenbahnen zu den Lagern der Wagenachsen, als Zinnamalgam zu Spiegeln. Schon im Alterthum waren die Spiegel von Brundusium geschätzt, „bis silberne zu gebrauchen selbst Mägde angefangen haben." Die größte Anwendung findet das Zinnchlorür Sn Cl, womit die Holländer seit 1630 aus der Cochenille ein prachtvolles Scharlachroth herstellten.

Kieselzinn mit 51,6 $\ddot{S}i$ und 39 $\ddot{S}n$ (Bischof Chem. Geol. II. 2027) findet sich unter den derben weißen Geschieben von Cornwall. Aber nicht rein.

d) Titanerze.

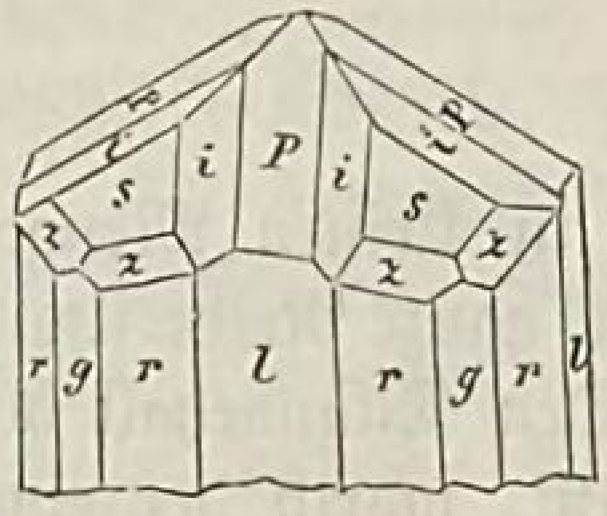
Sind gerade nicht selten, aber doch meist nur in kleinen Mengen gefunden. Schon beim Titanit pag. 440 wurden eine ganze Reihe titanhaltiger Fossile mit Kieselerde verbunden genannt. Den Titangehalt der Eisenerze beweist nicht blos das Titaneisen pag. 759, worin der englische Geistliche Gregor 1791 zuerst das Titanmetall erkannte, sondern vor allem auch das in der sogenannten Eisensau der Hochöfen gefundene Stickstofftitan pag. 729. Da geschwefelte Verbindungen gar nicht vorkommen, so haben wir hier die letzten, aber auch wichtigsten. Das reine Titanoxyd $\ddot{T}i$ ist nicht blos interessant durch seinen Isomorphismus mit Zinnstein, sondern es scheint sogar als Rutil, Anatas, Brookit trimorph aufzutreten, fast einzig in seiner Art. Es kann zu einem schönen arsenikfreien Grün benutzt werden (Elsner, chem. techn. Mittheil. 1861. 46), in der Porzellanmalerei zu Gelb. Titan schadet zwar dem Eisen nicht, verbessert es sogar, aber die Erze sind viel strengflüssiger. Viel rühmens machte man vom Mushel-Steel (Titanstahl), allein da Titan großes Bestreben hat, sich mit Stickstoff und Cyan zu verbinden, so wird daran gezweifelt, Berg. Hüttz. 1873. 143.

1. Rutil $\ddot{T}i$.

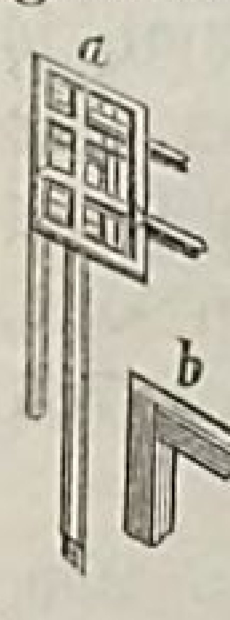
Der passende Werner'sche Name bezieht sich auf die rothe Farbe, rutilus. Da er so häufig und ausgezeichnet in den Alpen vorkommt, so konnte er den ältern Mineralogen nicht entgehen, sie nannten ihn aber rothen Schörl oder schörlartigen Granat. Bis endlich Klaproth (Beiträge I. 233) in den Ungarischen von Poinik das Titanium fand, welches sich später als identisch mit dem Stoffe im Menaccanit pag. 761 erwies. Titane oxydé.

4gliedrig, isomorph mit Zinnstein. Nach Miller (Pogg. Ann. 57. 479) mißt das Oktaeder s = a : a : c 123° 8′ in den End- und 84° 40′ in den Seitenkanten, folglich $a = \sqrt{2,41}$.

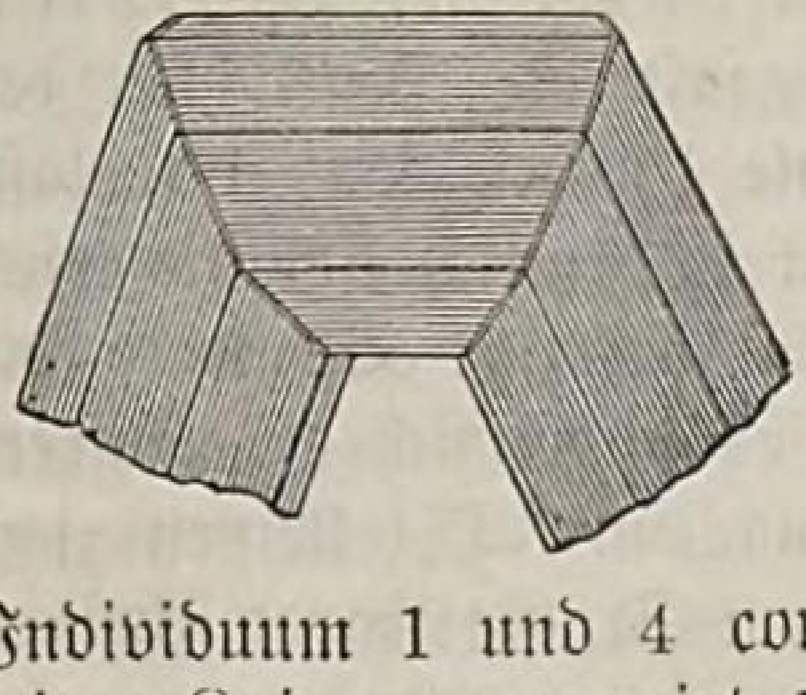
Kokscharow (Pogg. Ann. 91. 154) fand durch viele Messungen im Mittel 123° 7′ 30″. Das erste stumpfere Oktaeder P = a : c : ∞a gewöhnlich gestreift. Die erste quadratische Säule g = a : a : ∞c zeichnet sich vor allen durch ihren deutlich blättrigen Bruch aus, und liefert für die Blättrigkeit quadratischer Säulen das beste Beispiel. Die beiden gleichen blättrigen Brüche erreichen fast die Deutlichkeit der Hornblende. Auch die zweite quadratische Säule l = a : ∞a : ∞c läßt ihre Blättrigkeit nicht verkennen, wenn auch nicht so deutlich als die erste. Durch Auftreten der 4 + 4kantigen Säule r = $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{3}$a : ∞c wird die Schärfe der quadratischen häufig ganz entstellt, es bildet sich ein System von Streifen, welche die Säulen cylindrisch machen. Die kleinen zierlichen Krystalle auf den Eisenrosen pag. 756 vom St. Gotthardt scheinen in sehr unregelmäßiger Weise einzelne Flächen dieser r zu haben, woran



dann das nächste stumpfe Oktaeder P die Endigung bildet, wie troß des Glanzes eine feine Streifung zeigt. Jedoch da als Säulenflächen auch noch $a : \frac{1}{2}a : \infty c$, $a : \frac{1}{3}a : \infty c$, $a : \frac{1}{4}a : \infty c$, $a : \frac{1}{7}a : \infty c$ angegeben werden, so kann in diesen unwichtigen Bestimmungen meist nur Messung leiten. Die Geradendfläche $c : \infty a : \infty a$ ist zwar selten, aber öfter beobachtet. Dagegen kommt wie beim Zinnstein der 4kantner $i = a : c : 3a$, die Kante P/s und $z = \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a : c$ die Kante r/s abstumpfend, ausgezeichnet vor. Unter P das Oktaeder $y = a : \infty a : 3c$ und unter s gibt Hessenberg im Binnenthal $a : a : 2c$ an. Da die Ausbildung der Ecken aber oft fehlt, so bilden die Zwillinge, welche P gemein haben und umgekehrt liegen, ein einfaches Knie von 114° 25′, welcher Winkel durch die den Axen c entsprechenden Säulenkanten gebildet wird, während die Flächen des Knies, wenn sie den Blätterbrüchen der ersten Quadratischen Säule g entsprechen, sich in g/g′ unter 134° 58′ schneiden, denn dieser Winkel stimmt mit dem Endkantenwinkel des nächsten stumpfern Oktaeder P überein. Bei Durchwachsung würde dann das Supplement von 65° 35′ = 180°—114° 25′ entstehen. Solche spitzen Knieen sieht man öfter auf den Geradendflächen des Eisenglanzes liegen. Sie sind auch in den Goldsaifen von Brasilien und der Sanarka im Gouvernement Orenburg (Kokschar. Mater. III. 214) vorgekommen, werden aber dort als ein besonderes Zwillingsgesetz betrachtet, nach welchem die Individuen die Fläche $y = c : \frac{1}{3}a : \infty a$ gemein hätten und umgekehrt lägen; in letzterm

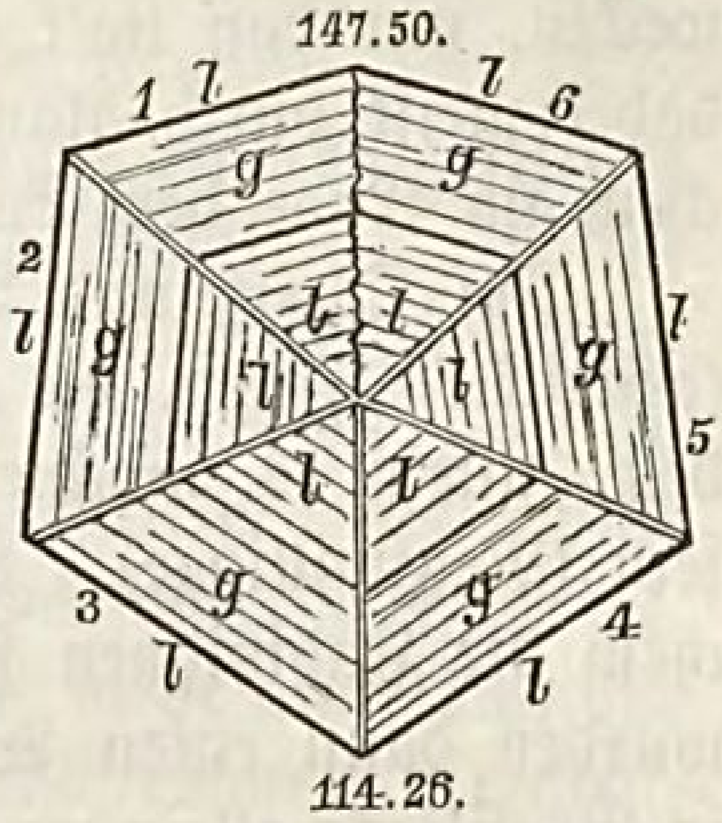


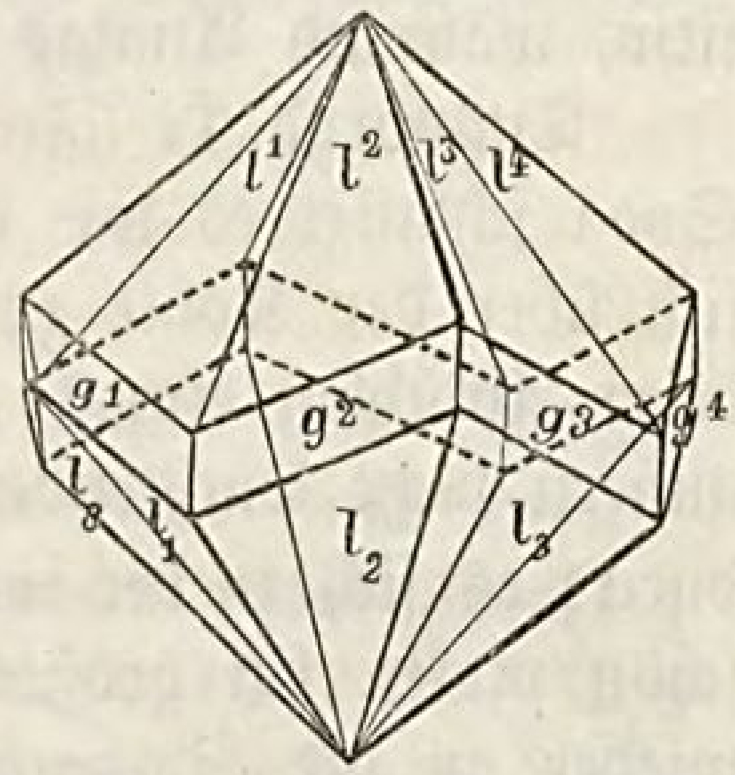
Falle ist der Winkel um 11° kleiner, als vorhin, und beträgt blos 54° 43′, eine Differenz, die man in den meisten Fällen schon mit dem Anlegegoniometer unterscheiden kann: so ist unter andern in dem Netzgewebe (a) aus dem Tavetscher Thal der Winkel des Knies deutlich 65½ Grad, während der einfache Hacken (b) von einer Eisenglanzrose daselbst nur 54½ Grad mißt. Das stumpfe Knie wiederholt sich nicht selten mehrfach nach Art der „Viellinge", indem sich zahllose Individuen gegenseitig zu verdrängen suchen, was durch plötzliches Aus- und Einbiegen angedeutet ist, die Streifen der Säulen können dann nur zwei Richtungen befolgen, indem alle von den ungeraden, und alle von den geraden Individuen respective einander parallel gehen. Entsteht jedoch ein **Drilling**, so haben wir zwei



Kniee und dreierlei Strahlenrichtungen. Kommt ein drittes Knie durch ein viertes Individuum hinzu, so legt sich dieß gewöhnlich dem ersten parallel, das neue Knie bildet also 131° 10′. So ist es bei den schönen fast ringsum abgeschlossenen Stücken im Zillerthal. Doch gibt es Vierlinge mit einem 3ten Knie von 114° 25′, Individuum 1 und 4 convergiren dann unter 16° 45′, bei Fünflingen mit 4 Knieen convergirt 1 und 5 unter 82° 20′, endlich bei Sechslingen

mit 5 Knieen convergirt 1 und 6 unter 147° 55'. Construiren wir uns darnach das ideelle **symmetrische Sechseck**, so bilden die sechs Individuen fünf Zwillingsknien von 114.26; das sechste Knie, in welchem die Enden von 1 und 6 zusammenstoßen, mißt 147.50. Der Monte Rosa und das Zillerthal liefern dazu vortreffliche Beispiele, nur daß die Natur erfinderischer ist, als unsere steifen Bilder. Am prachtvollsten und riesigsten kamen sie jedoch von Graves' Mount in Lincoln County (Georgia) im eisenschüssigen Cyanit mit Quarz und Pyrophyllit. Es ist die merkwürdige Gegend, wo im Itacolumit Gold, Diamanten und Blauspathkrystalle pag. 573 gefunden werden. Faustgroß und bis $1\frac{1}{2}$ ℔ schwer zeigen sich Drillinge bis Sechslinge. Die einfachen Zwillinge gleichen den Zinngraupen: beide Individuen schließen an dem freien Ende mit den Oktaedern s 111 und P 101. Auffallender Weise bildet Haidinger (Sitzungsb. Wien. Akad. 1860. 39, 6) Stücke ab, wo die scheinbare P sich gegen die anstoßenden Oktaederflächen s nicht gleich neigt, sondern ein Hälftflächner von i 133 ist. G. Rose (Pogg. Ann. 115. 643) machte uns endlich noch mit regelmäßig abgeschlossenen **Achtlingen** bekannt, welche durch zickzackförmige Lagerung im Kreise möglich werden. Wenn dabei sich gewisse Flächen aus der Säule ausdehnen, so können scheinbare viergliedrige Trapezoeder entstehen, wie nebenstehendes Bild zeigt: wir verfolgen hier im Zickzack die acht Individuen mit je einer ihrer blättrigen Säulenflächen $g^1 g^2 g^3 g^4$ 2c., die sich siebenmal unter 134° 58' = g^1/g^2 = g^2/g^3 2c. schneiden, folglich bleibt für das achte Knie





$$1080° - 7\,(134°\,58') = 135°\,14',$$

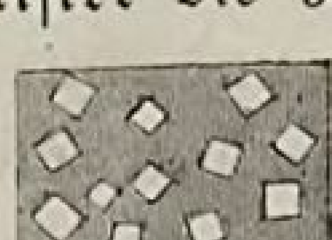
ein Winkel, der nur um 16' abweicht. Das wird sofort klar, wenn man an eine kurze Quadratische Säule unten und oben auf die abwechselnden Kanten Schiefendflächen mit $\frac{1}{2}$ (114° 25') = 57° 13' gegen die Säulenaxe legt, sich vier rechte und vier linke gleiche Stücke macht, und diese in der erforderlichen Zwillingsweise zusammenstellt. Dann gehen die Kanten zwischen g parallel, und bilden eine achtflächige Zone, da die Differenz von den wenigen Minuten in der achten gar nicht in Betracht kommt. Legen sich daran oben und unten die Säulenflächen l, so spiegeln respective die $l^1 l^2$, $l^3 l^4$, $l_1 l_8$, $l_2 l_3$ 2c. ein, wir sehen bei gehöriger Ausdehnung oktaedrische Enden, d. h. ein viergliedriges Skalenoeder mit abgestumpften Seitenkanten. In Arkansas kommen solche Achtlinge vor, woran die quadratischen Säulen gänzlich fehlen, und statt dessen 4 + 4kantner auftreten: in diesem interessanten Falle dürfen wir uns von der Figur nur die Abstumpfungsflächen g weg und auf den Oktaederenden nach l^1/l^2, l^3/l^4, l_2/l_3, l_1/l_8 2c. Knicke denken, so erhalten wir bei

gehöriger Ausfüllung oben wie unten 4+4kantige Enden mit ungleichseitigen Dreiecken, die in uns völlig das Bild eines Skalenoeders erwecken, nur daß statt 3 die Zahl 4 eintritt. Die Kniestelle verräth sich dabei meist durch glänzende Bänder, welche wie beim Zinnstein auf Flächen am Ende der Säulen hindeuten.

Im Quarz und Bergkrystall vom St. Gotthardt findet man zarte (gestrickte) Fäden, die sich nach drei Richtungen scheinbar unter 60° schneiden, allein es möchte doch wohl nur der Zwillingswinkel von 65° 34′ sein (Netzzwillinge). Miller nimmt zwar ein **2tes Gesetz** an, nach welchem die Individuen sich mit $c : \frac{1}{3}a : \infty a$ an einander legen, und sie würden dann einen Winkel von 54° 43′ bilden, wie zu Serro do Frio in Brasilien, allein auch dieser Winkel kommt dem 60° nicht näher. Auf den Geradendflächen der Eisenrosen kann man drei Richtungen in den Individuen wahrnehmen, und diese scheinen senkrecht gegen die dreiseitige Streifung zu liegen, dann müßten sich die Individuen unter 60° schneiden. Vielleicht kommt diese Ungleichheit von der Anziehung des Eisenglanzes her.

Fuchsroth mit einem schönen innern Lichtschein nach der Lage des Blätterbruchs. Einerseits gehen die Fäden ins Strohgelbe, andererseits ins Blutrothe, selbst ins Schwärzliche, besonders bei unreinen Varietäten. Das Pulver gelblich grau. Die edlen stark durchscheinend, daher metallähnlicher Diamantglanz. Härte 6, Gew. 4,3. Optisch positiv, während Anatas negativ.

Titanoxyd $\ddot{T}i$ (Titansäure) ist vor dem Löthrohr unschmelzbar, mit Soda schmilzt es wie die Kieselerde unter Brausen zusammen, sammelt sich über der Kohle zu einer schmutzig braunen unklaren Perle, welche beim Abkühlen etwas aufglüht. Mit Phosphorsalz in der Spitze der äußern nicht leuchtenden Flamme schwer löslich, aber einmal gelöst reducirt es sich in der innern leicht zu Sesquioxyd $\dddot{\overline{T}}i$, und färbt das Glas schön violet, bei größerer Menge ganz schwarz. Bringt man dies nun wieder an die Spitze der blauen Flamme, d. h. an die heißeste Stelle, so oxydirt es sich abermals zu Titanoxyd $\ddot{T}i$, und das Glas wird wasserhell. Weiter hinaus an die Spitze der größern Flamme gehalten opalisirt die Kugel, in Folge von Ausscheidung kleiner vierseitiger Tafeln



(Anataskrystalle), die bei längerm Blasen größer werden (G. Rose Monatsb. Berl. Akad. 1867. 131). Man kann auf diese Weise das Titan auch im Titaneisen erkennen. Durch Lösen der Probe in Salzsäure bleiben die kleinen Täfelchen sehr deutlich zurück, und prangen im polarisirten Licht in den schönsten Farben. In concentrirter Schwefelsäure ist das feinste Pulver löslich, besser jedoch wird es mit zweifach schwefelsaurem Kali aufgeschlossen. $\ddot{T}i$ nach der chemischen Form des Zinnoxyds $\ddot{S}n$, Heinrich Rose fand in den großen äußerlich dunkelfarbigen Krystallen des Quarzes von St. Yrieux (Haute-Vienne) 1,5 $\dddot{\overline{F}}e$ (Pogg. Ann. 3. 166), Deville Vanadium, Molybdän und Zinn. Mit Soda auf Platinblech öfter eine Manganreaction, der von Käring-Bricka in Westmanland hat neben 97 $\ddot{T}i$ sogar 3 $\dddot{\overline{C}}r$.

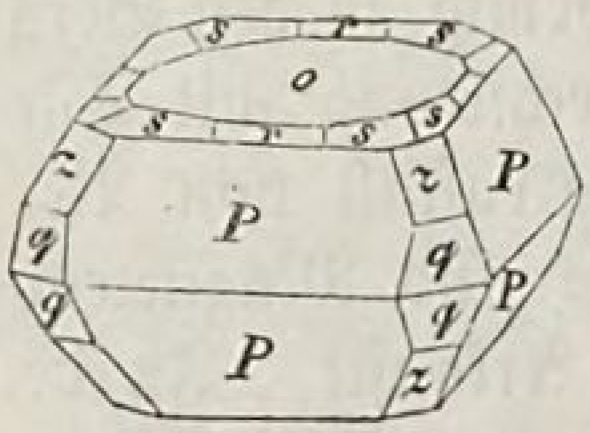
In den Hochalpen mit Quarz, öfter sogar nadelförmig in den Bergkrystall eingewachsen, wobei man sich dann vor Verwechselung mit Turmalin hüten muß. Außerordentlich schön in dem Bergkrystall von Vermont in Nordamerika, zu Graves' Mount in Georgia und Magnetcove in Arkansas, und hier auch als Afterkrystalle nach Arkansit. In den Smaragdgruben des Ural, auf Apatitlagern von Krageröe. Höchst eigenthümlich ist die so gewöhnliche Ablagerung auf den Eisenrosen, die zu Capao in Brasilien sich in die Eisenmasse tief hineinfrißt, als wollte sie Afterkrystalle bilden. Lose Krystalle und Geschiebe finden sich zu St. Yrieux Dep. Ht. Vienne auf der Erdfläche; oft von mehr als Zollgröße bei Rosenau in Ungarn, Schinzthal in Tyrol rc., Aschaffenburg, Arendal, Buitrago in Spanien, Villa Ricca in Brasilien, zu River Fort in Tasmanien. Im nordamerikanischen Urgebirge an zahllosen Stellen. Immer wie der Zinnstein eng an das krystallinische Urgebirge geknüpft.

Nigrin nannte Werner eine Zeitlang die dunkelfarbigen Geschiebe aus den Goldseifen von Ohlápián in Siebenbürgen, worin Klaproth (Beiträge II. 235) 14 $\dddot{F}e$ gefunden haben wollte. Da aber daselbst verschiedene Titaneisen vorkommen, worunter auch ächter Rutil ist, so muß man sich vor Verwechselungen hüten. Der dunkele Ilmenorutil (Kokscharow Min. Rußl. I. 352) mit Amazonenstein im Miascit bildet einfache Oktaeder s 111, die sich nach einer Kante in die Länge ziehen und scheinbar 2 + 1gliedrige Zwillinge bilden. Enthält 10,7 $\dddot{F}e$.

2. Anatas, $\ddot{T}i$.

R. de l'Isle Crist. II. 406 kennt ihn schon unter dem Namen schorl bleu, Saussure Voyages dans les Alpes Nro. 1901 nannte ihn Octaedrit, was Werner beibehielt. Nach seinem ersten Fundort Oisans hießen ihn die Franzosen auch Oisanit, indeß hat der Hauy'sche Name von der gestreckten Form der Oktaeder entnommen (ἀνάτασις Ausstreckung) durchgeschlagen. Hauy schloß schon aus der Leitungsfähigkeit der Elektricität, daß er eine metallische Substanz enthalten müsse, was Vauquelin bestätigte.

Viergliedrige Oktaeder P mit 97° 56' in den End- und 136° 22' Seitenk. (136° 36' Kokscharow), daher $a = \sqrt{0,3205} = 0,5661$, lga = 9,75291. Oktaeder auf Bruchflächen deutlich blättrig, weniger deutlich die Geradendfläche $o = c : \infty a : \infty a$; sie dehnt sich bei den brasilianischen stark aus, so daß viergliedrige Tafeln entstehen. Oktaederflächen fein quergestreift parallel der Seitenkante. Häufig kommt das nächste schärfere Oktaeder $q = \frac{1}{2}a : c : \infty a$ (301 Hessenberg) in den Diagonalzonen von P untergeordnet vor, viel seltener das nächste stumpfere $z = a : c : \infty a$. Im Tavetschthal (Vorderrhein) sogar das 2te stumpfere $a : a : \frac{1}{2}c$ in kleinen gelben selbständigen Oktaedern mit 113° Endkante. Dagegen ist bei den Brasilianischen die Kante P/o gar oft durch $r = a : a : \frac{1}{5}c$ ($a : a : \frac{1}{7}c$ Hess.) abgestumpft. Am zierlichsten ist aber ein



fast bei allen sichtbarer niedriger Vierkantner s, den schon Hauy kannte, und der nach Mohs pag. 84 das Zeichen s = $\frac{4}{5}$a : $\frac{4}{5}$a : $\frac{1}{5}$c (19a : $\frac{19}{5}$a : c Heß.) haben soll, wenigstens wird seine Endkante (im Quadranten), welche von $\frac{1}{5}$c : $\frac{1}{2}$d geht, durch das Oktaeder r = a : a : $\frac{1}{5}$c gerade abgestumpft. Vom Berge Cavradi bei Chiamut maß H. v. Rath (Pogg. Ann. 158. 403) ein vorherrschendes Oktaeder x = $\frac{7}{5}$a : $\frac{7}{5}$a : c mit 117° 18′ in den Endkanten, und Hr. Prof. Klein (Jahrb. 1872. 909) vom Kollerhorn und der Alp Lercheltiny im Binnenthal des Oberwallis eine ganze Reihe seltner Flächen, worunter Formen $\frac{1}{14}$P, $\frac{5}{19}$P, $\frac{5}{19}$P5 = $\frac{19}{5}$a : 19a : c 2c.; die Uebersicht sämmtlicher Flächen (Jahrb. 1875. pag. 354) enthält 31 verschiedene Ausdrücke, die Axen a : c = 1 : 1,777 = 0,5627 : 1, Seitenkantenwinkel 136° 36′ 20″. „Die Alp Lercheltiny hat die hervorragendste Anatasfundstätte der Welt", aber die Krystalle wurden für Wiserin gehalten, obwohl auch der ächte pag. 586 dort vorkommt. Sie liegen auf Klüften eines glimmerreichen Gneises in viererlei Typen, mit vorherrschenden P, $\frac{1}{7}$P, $\frac{2}{5}$P, und endlich auch mit der sonst so seltenen 2ten Säule a : ∞a : ∞c, welche den Krystallen ein Zirkonartiges Aussehen gibt. Breithaupt (Jahrb. 1860. 842) meinte, „daß viererlei Neigungen der pyramidalen Flächen gegen die Basis stattfinden, welche alle zusammen um 34 Minuten abweichen, und ein Tetraploeder geben".

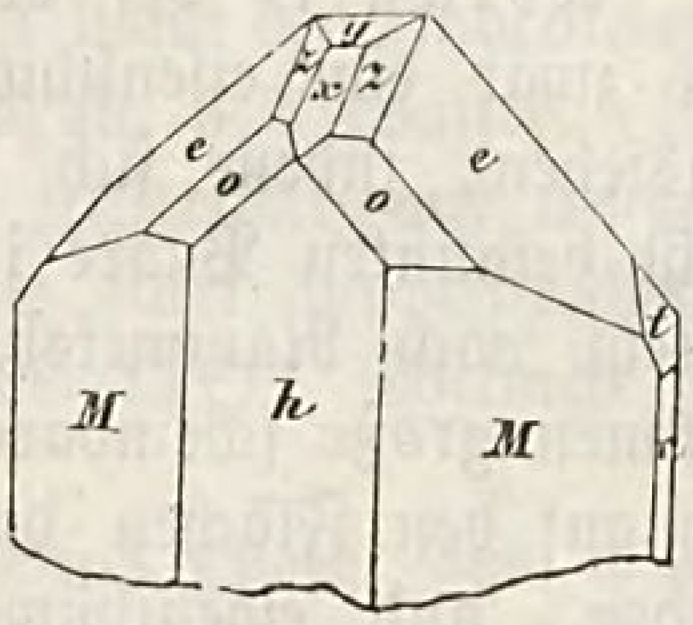
Die Alpinischen gleichen im reflectirten Lichte zwar der schwarzen Blende, scheinen aber sehr schön indigblau durch, daher der alte Name blauer Schörl. Sie wirken etwas auf das Dichroskop. Die Brasilianischen stellenweis Colophoniumartig, zuweilen auch so glänzend, daß man sie mit Diamanten verwechseln könnte. Jedenfalls haben alle nur ein halbmetallisches Aussehen, und neigen zum Diamantglanz. Härte 5—6, Gew. 3,89—3,97. Optisch negativ, mit Hinneigung zum Zweiaxigen. Phosphorescirt beim Erwärmen.

Seltener als Rutil, und immer nur in kleinen Krystallen mit Bergkrystall in den Hochgebirgen der Alpen, Oisans, Tavetsch- und Cavradi bei Chiamut, hier öfter wie der Rutil in den Bergkrystall eingesprengt. Aschaffenburg, auf Grünstein bei Hof im Fichtelgebirge in kleinen fast hyacinthrothen Krystallen. Katharinenburg und an der Sanarka im Ural. Die größten kommen in einem Bache von Itabira zu Minas Geraes in Brasilien vor, Tafeln und Oktaeder können gegen $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser erreichen. Sie begleiten die Diamanten, wie der Sklave seinen Herrn, und heißen daher Captivos. In Nordamerika kennt man sie kaum, Dana nennt den Dolomit von Smithfield, sie sollen aber in den Eisenschlacken der Hochöfen von Orange County (New-York) neben den Cyan-Titanwürfeln pag. 729 sich bilden. Wöhler (Jahrb. 1868. 202) meinte sogar kleine glänzende Krystalle im Cleavelanderz pag. 511 zu entdecken. Anatasoktaeder von Brasilien und vom Ural zuweilen durch Paramorphose in Rutilnadeln umgestanden.

3. Brookit, $\ddot{\text{T}}\text{i}$.

Der seltenste unter den dreien. Die Krystalle wurden von Soret bei Bourg d'Oisans in Begleitung von Anatas entdeckt, als sie aber im Grünstein des Snowdon von Nordwallis in Platten von mehr als $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser gefunden wurden, gab ihnen Lévy (Pogg. Ann. 5. 162) den Namen. 1848 kamen sie in der Atliansкischen Goldseife bei Miask klein aber vortrefflich krystallisirt vor, Hr. v. Kokscharow (Pogg. Ann. 79. 454) hat sie genau bestimmt. Ebenso kennt man sie aus dem Diamantdrift von Mudgee in Neusüdwallis. Sartorius fand sie im Trachyt von Autun. Zu Zorge auf dem Harz kommen sie im Diabas mit Anatas vor. Papierdünne ziegelrothe Tafeln auf dem Pfitscher Joch in Tyrol 2c.

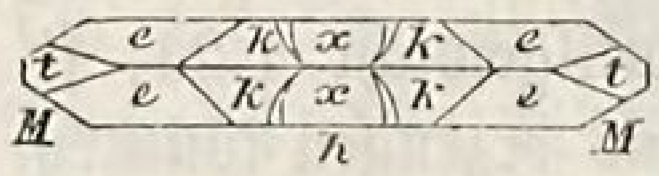
Ausgezeichnet 2gliedrig. M = a : b : ∞c 99° 50', parallel der Axe c stark gestreift, die Abstumpfungsfläche der vordern stumpfen Säulenkante h = a : ∞b : ∞c dehnt sich bei den Englischen so übermäßig aus, daß sie dünne Tafeln bilden, die bei Zolllänge gewöhnlich noch nicht die Dicke von $\frac{3}{4}$ Linien erreichen. Ihre Längsstreifung dient zur leichten Orientirung. Am Ende dieser Tafeln glitzen viele kleine schmale Flächen, darunter herrscht



e = 2a : b : c, welche auf der Säule M einen scharfen ebenen Winkel neben der Kante M/h macht, ihr vorderer Endkantenwinkel beträgt 101° 3', ihr seitlicher 135° 37', daraus folgt

a : b = 0,891 : 1,059.

Das Hauptoktaeder o = a : b : c stumpft die Kante h/e ab, und wird bei den Englischen gar nicht angegeben. Ueber e in der Zone M/e liegt eine weitere Oktaederfläche k = c : $\frac{3}{2}$b : 6a, welche nach Dufrénoy mit der unter ihr folgenden e den sehr stumpfen Winkel k/e = 170° 45' macht, sie ist parallel ihrer seitlichen Endkante gestreift, und tritt durch diesen stumpfen Knick immer sehr bestimmt hervor. Hessenberg maß aus dem Maderanerthal eine $\vartheta = \frac{7}{9}\breve{P}\frac{14}{5} = \frac{2}{5}a : \frac{1}{7}b : \frac{1}{9}c$ von ähnlicher Lage.



Besonders entwickelt ist bei andern Krystallen die Zone in der vordern stumpfen Endkante e/e, es kommt nicht nur das vordere Paar x = c : 2a : ∞b vor, sondern zwischen x/e die z = a : b : $\frac{1}{2}$c, welche also aus der Zone M/o sich leicht bestimmen läßt. Lévy gibt sogar zwischen z/x eine Abstumpfung an. Auch das Paar t = c : $\frac{1}{2}$b : ∞a auf die scharfe Säulenkante aufgesetzt, und y = a : $\frac{1}{4}$c ∞b über x gelegen, finden sich bei Englischen und Russischen. Kokscharow hat noch die Oktaeder r = a : b : 2c, n = a : $\frac{1}{2}$b : c, s = $\frac{2}{3}$a : b : c, m = $\frac{2}{3}$a : $\frac{1}{5}$b : c, u = $\frac{4}{7}$a : $\frac{1}{2}$b : c, $\frac{2}{3}$a : $\frac{1}{2}$b : c. Außer h kommen auch die andern beiden Einzelflächen P = c : ∞a : ∞b und c = b : ∞a : ∞c vor, ferner in der Säulenzone l = a : 2b : ∞c, g = a : 8b : ∞c, und das Paar auf der scharfen Säulenkante d = c : $\frac{3}{4}$b : ∞a. Die Uralischen sind stets zu 2 parallel

einer Fläche h verwachsen, dieß könnte eine versteckte Hinneigung zum 2 + 1gliedrigen Systeme andeuten, wie Schrauf (Jahrb. 1873 p. 754) aus optischen Gründen annimmt. Doch widerspricht dem H. v. Rath (Monatsber. Berl. Akad. 1875. 534), der aus den Goldseifen von Atliansk bei Miask einen 11 mm langen und 4 mm breiten Krystall maß, der die neuen Flächen i = 4a : b : 2c und q = 3a : b : $\frac{3}{2}$c darbot; der Herzog v. Leuchtenberg fand noch 2a : b : $\frac{1}{2}$c und a : 7b : ∞c.

Fuchsrothe Farbe des Rutils, manche in dieser Beziehung gar nicht unterschieden. Diamantglanz. Härte 5—6, Gew. 4,19. Ebene der + optischen Axen liegt sehr bequem in a b, also senkrecht gegen die Längsstreifen von h, a Mittellinie. Die Farbenzerstreuung so stark, daß die Ebene der Axen von den grünen Strahlen senkrecht gegen die Geradendfläche c : ∞b : ∞a parallel b : ∞a : ∞c liegt. Shepard's

Arkansit bei den Hot Springs in Arkansas (Pogg. Ann. 77. 302) hat zwar eine eisenschwarze Farbe, 3,9 Gew., und ein dihexaedrisches Aussehen, indem sich das Oktaeder e = 2a : b : c, nebst einem sonst nicht bekannten Paare i = a : c : ∞b, vor allem ausdehnt. Allein er besteht nach Rammelsberg (Pogg. Ann. 78. 586) lediglich aus T̈i. Oefter kommen große scheinbare Dihexaeder vor, die Rutilkrystalle zeigen, welche sich auf den Flächen durch wirres oder auch paralleles Einspiegeln verrathen, und eigenthümliche Rauhigkeiten an den Krystallen erzeugen (Jahrb. 1876. 397). In den Goldseifen von Victoria und auf dortigen Quarzgängen erwähnt sie H. Ulrich.

Nach H. Rose (Pogg. Ann. 61. 507) gibt es chemisch zweierlei Titansäuren (T̈i): a) die mit Ammoniak gefällte und schwach getrocknete ist im Wasser löslich, allein jede Temperaturerhöhung erzeugt b) die unlösliche Modification, man bekommt diese auch durch starkes Kochen der wässrigen Lösung, das Wasser treibt dann die T̈i aus. Titansäure durch Ammoniak gefällt und schwach geglüht bekommt Anatasgewicht 3,89, durch stärkeres Glühen steigt sie durch das Brookitgewicht 4,19 zum Rutilgewicht 4,24, so daß die verschiedenen Wärmegrade den Trimorphismus erzeugen könnten. Daubrée erhielt künstlich Brookit, indem er Wasserdampf über Titanchlorid oder Titanchlorid über Kalk leitete, und Ebelmen Rutilnadeln von 4—5 Linien Länge, indem er 5 Theile Phosphorsalz mit 1 Theil Titansäure der Hitze des Porzellanofens aussetzte (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 1851. 54. 173), während G. Rose im Phosphorsalz vor dem Löthrohr mikroskopische Anatase darstellte pag. 784. Da das Anatasoktaeder sich durchaus nicht recht auf das Rutiloktaeder zurückführen läßt, auch Anatas in seinen übrigen Kennzeichen von Rutil und Brookit sich am meisten entfernt, so mag ein Trimorphismus der Titansäure wohl begründet sein.

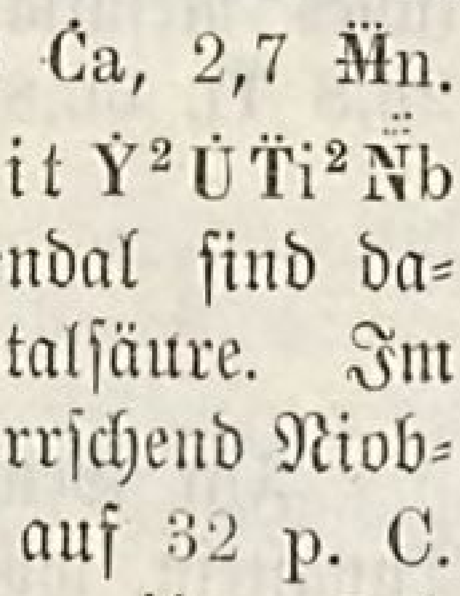
Titanate

haben wir außer den Kieselerdehaltigen pag. 440 noch eine ganze Reihe, die wir hier kurz zusammenstellen:

1. **Perowskit** $\dot{C}a\,\ddot{T}i$, 58,9 $\ddot{T}i$ und 41,1 $\dot{C}a$ (G. Rose Pogg. Ann. 48. 558) im Kalk mit Klinochlor von Achmatowsk bei Slatoust am Ural. Blättrige Würfel bis Faustgröße, an welchen untergeordnet zuweilen Oktaeder, Granatoeder und Pyramidenwürfel vorkommen. Descloizeaux (Ann. Chim. Phys. XII. 1845) beschreibt Würfel mit 7 Flächen in den Kanten, und 10 in den Ecken, zusammen 164 Flächen. Dunkelröthlich braun bis schwarz, Härte 5—6, Gew. 4. Vor dem Löthrohr unschmelzbar. Kleine Würfel, ähnlich verwittertem Schwefelkies, finden sich im körnigen Kalkspath von der Vogtsburg bei Oberbergen am Kaiserstuhl, der mitten im vulkanischen Gestein liegt, sowie im benachbarten Schelingen (Jahrb. 1865. 439) zusammen mit Pyrochlor und unzähligen Apatitnadeln. Die Cubooktaeder von Arkansas gleichen verwittertem Schwefelkies mit brauner Oberfläche. Sie enthalten oft graue weichere Parthieen, welchen durch Umwandlung alle Kalkerde entzogen ist, es entsteht dann der Hydrotitanit (Jahrb. 1876. 774) mit 82,2 Titansäure, 7,7 Eisenoxyd, 5,5 Wasser. Im Wallis bei Zermatt, auf dem Wildkreuzlijoch im Zillerthal mit weißem Zirkon. Die durchsichtigen sind auffallender Weise stark doppelbrechend, dann könnten sie nicht regulär sein (Ann. Min. 1858. XIV). Ebelmen hat ihn künstlich dargestellt.

2. **Polymignyt** (*μίγνυμι* mischen). Berzelius (Pogg. Ann. 3. 205) fand ihn im Zirkonsyenit von Frederiksvärn, er bildet in diesem schönen Gestein lange krystallinische Strahlen, die nach G. Rose (Pogg. Ann. 6. 506) 2gliedrig sind: eine geschobene Säule $n = a : b : \infty c$ $109^0\ 46'$, deren scharfe und stumpfe Kante abgestumpft wird, $s = a : \frac{1}{2}b : \infty c$, $t = a : \frac{1}{4}b : \infty c$, das Ende hat dagegen ein einfaches Oktaeder $P = a : b : c$ mit $136^0\ 28'$ in der vordern und $116^0\ 22'$ in der seitlichen Endkante, $a : b = \sqrt{2,1} : \sqrt{4,25}$. Ein sehr glänzender kleinmuscheliger Bruch, schwärzlich braune Farbe, halbmetallischer Glanz, Härte 6—7, Gew. 4,8. Vor dem Löthrohr unveränderlich, concentrirte Schwefelsäure löst das Pulver: 40,3 $\ddot{T}i$, 14,1 $\ddot{\bar{Z}}r$, 11,5 $\dot{Y}$, 12,2 $\ddot{\bar{F}}e$, 5 $\dot{C}e$, 4,2 $\dot{C}a$, 2,7 $\ddot{\bar{M}}n$. Scheerer's **Polykras** $\dot{Y}^4\,\dot{U}\,\ddot{T}i^4\,\dddot{\bar{N}}b$ von Hitteröe und **Euxenit** $\dot{Y}^2\,\dot{U}\,\ddot{T}i^2\,\dddot{\bar{N}}b$ (Pogg. Ann. 72. 566) von Tvedestrand und Tromöe bei Arendal sind dagegen Niobhaltig, doch hat der Polykras noch 4,2 Tantalsäure. Im letztern fand schon Strecker (Journ. prakt. Chem. 64. 84) vorherrschend Niobsäure, die Rammelsberg (Ztschr. d. geol. Ges. 1869. pag. 561) auf 32 p. C. bestimmt, neben 19,2 $\ddot{T}i$, 19,5 $\dot{U}$, 18,2 $\dot{Y}$, 2,8 $\dot{C}e$. Wegen ihrer 2gl. Krystallform stellte sie H. Rose zum Columbit (Pogg. Ann. 150. 215).

3. **Aeschynit** Berz. (Pogg. Ann. 23. 361) von *αἰσχύνη* Schaam, weil man chemisch Zirkonerde von Titanoxyd noch nicht trennen konnte. Wurde von Menge im Eläolithfreien Granit bei Miask entdeckt und für Gadolinit gehalten. 2gliedrig, Säule $g = a : b : \infty c$ $127^0\ 19'$ herrscht, $b = b : \infty a : \infty c$ stumpft die scharfe Kante ab, auch zwischen b/g liegt zuweilen noch eine schmale Fläche



$a : \frac{1}{2}b : \infty c$. Das Ende der Säule schließt $f = c : \frac{1}{2}b : \infty a$ 73° 44′ in Axe c. Zu diesem Oblongoktaeder fg kommt zuweilen noch das Oktaeder $o = a : b : c$ mit 136° 36′ in der vordern Endkante, und eine Geradendfläche $p = c : \infty a : \infty b$, welche Lévy für etwas blättrig ausgibt. $a : b = 0{,}74 : 1{,}5$. Bräunlich schwarz, mit gelblich braunem Strich, schwach hyacinthroth, an den äußersten Kanten durchscheinend, Fettglanz. Härte 6—7, Gew. 5,1. Vor dem Löthrohr schwillt er zwar auf und wird rostbraun, schmilzt aber nicht. Hartwall fand 56 $\ddot{\text{Ti}}$, 20 $\ddot{\text{Zr}}$, 15 $\dot{\text{Ce}}$. Hermann gab dagegen nach mehreren schwankenden Analysen als Endresultat 25,9 $\ddot{\text{Ti}}$, 33,2 Niobsäure, 22,2 Ceroxyd, 5,1 Ceroxydul, 6,2 Lanthanerde, woraus er die Formel

$$2\,(\dot{\text{Ce}}, \dot{\text{La}}, \dot{\text{Fe}})\,(\ddot{\text{Nb}}, \ddot{\text{Ti}}) + \ddot{\text{Ce}}\,(\ddot{\text{Nb}}^3, \ddot{\text{Ti}}^3)$$

construirte. Endlich zum 4ten Mal analysirt, fanden sich 22,9 Thorerde, Ilmensäure ꝛc. Marignac gab um 15,7 Thorerde, 22,6 $\ddot{\text{Ti}}$, 28,8 Niobsäure an, neben $\dot{\text{Ce}}$, $\dot{\text{La}}$, $\dot{\text{Di}}$, $\dot{\text{Fe}}$, $\dot{\text{Ca}}$, $\dot{\text{Y}}$, woraus etwa die Formel $\dot{\text{Ca}}^3\,\ddot{\text{Ti}}\,\ddot{\text{Th}}\,\dddot{\text{Nb}}$ folgen würde.

Mengit G. Rose's (Reise Ural II. 83) ist Brooke's Ilmenit (Pogg. Ann. 23. 360) mit Aeschynit zusammen. 2gliedrig, die rhombischen Säulen bilden 136° 20′. Eisenschwarz, kastanienbrauner Strich, Härte 5—6, Gew. 5,48. Im Wesentlichen $\ddot{\text{Ti}}$, $\ddot{\text{Zr}}$, $\dot{\text{Fe}}$. G. Rose (Kryst. chem. Mineralſ. 44) schreibt ihn $\dot{\text{Fe}}\,\ddot{\text{Zr}}$, und isomorph mit Columbit. Brooke's Mengit ist Breithaupt's Monazit pag. 585.

Warwickit Shepard (Pogg. Ann. 52. 242) von bräunlicher Farbe in einem körnigen Kalk von Warwick in New-York zusammen mit Spinell. Rhombische Säulen von 93°—94°, deren stumpfe Kante durch einen deutlich blättrigen Bruch abgestumpft wird. Schwärzliche Splitter scheinen röthlichbraun durch, Härte 3—4, grauer Strich. Die Analyse gab 64,7 $\ddot{\text{Ti}}$, 7,1 $\dot{\text{Fe}}$, 27,3 Fl. Schon Berzelius hielt das für ein wenig wahrscheinliches Resultat, und Smith (Compt. rend. 1874 Bd. 79 pg. 696) fand nur 23,8 $\ddot{\text{Ti}}$, 36,8 $\dot{\text{Mg}}$, und statt des Fluor 30,6 $\ddot{\text{Bo}}$.

e) Wolframerze.

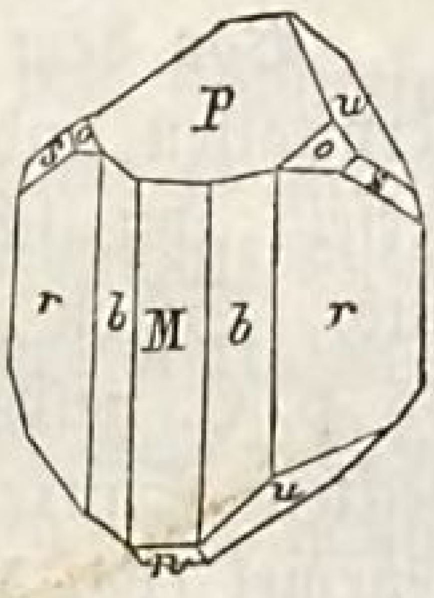
Für Gewinnung des Wolframmetalls lange das wichtigste. Denn Tungstein, worin 1781 Scheele die Wolframsäure entdeckte, ist nicht nur auf Kosten des Wolframs entstanden, sondern auch erst in unsern Zeiten in größern Mengen gefunden pag. 608.

1. Wolfram.

Ein altes bergmännisches Wort, Henkel Pyritologia pag. 199, von frühern Mineralogen wörtlich Spuma lupi übersetzt. Agricola 609 gibt ihn zwar für einen sehr leichten Stein aus, allein vergleicht ihn doch mit dem Zinnstein, und Albinus nennt ihn Katzenzinn, was auf sein stetiges Vorkommen mit Zinnstein hindeutet. „Wolfrig heißt so viel als

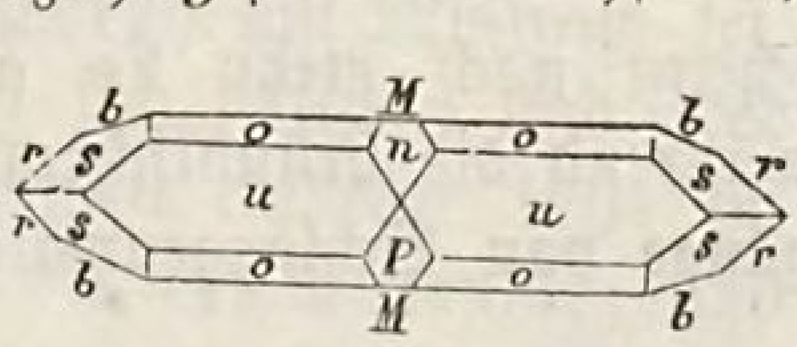
fressend, da das Mineral den Zinngehalt beim Zinnschmelzen vermindere." Magnesia crystallina. Eine treffliche Monographie danken wir Dr. Schneider (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 49. 321). Wolframit. Scheélin ferruginé, Tungstate of Iron. Schorl Romé de l'Isle Crist. II. 311. Kerndt Journ. prakt. Chem. 42. 81; Bernouilli Pogg. Ann. 111. 573.

Hält eine merkwürdige Mitte zwischen dem zwei- und eingliedrigen und zweigliedrigen System (G. Rose Pogg. Ann. 64. 171). Die gewöhnlichen Zinnwalder Krystalle zeigen ausgezeichnet 2 + 1gliedrige Ordnung. Eine geschobene Säule r = a : b : ∞c vorn 101° 5' herrscht; ihre scharfe Kante wird durch den ausgezeichneten Blätterbruch T = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft, derselbe tritt aber selten als Krystallfläche auf. M = a : ∞b : ∞c und b = a : 2b : ∞c entstellen die Säule. Die auf die scharfe Säulenkante gerade aufgesetzte Zuschärfung u = b : c : ∞a macht in c 99° 12'. Hauy nahm beide Winkel r/r = u/u = 98° 12' an, und da keine ganz scharfe Messungen wegen der Streifung und schaligen Absonderung möglich sind, so würden r r u u ein viergliedriges Oktaeder bilden, dessen scharfe Endecke der blättrige Bruch T gerade abstumpft. Da sie nun gewöhnlich seitlich mit dem Blätterbruche aufwachsen, so könnte das auf ein Streben zur Viergliedrigkeit hinweisen. Die krummschalige Schiefendfläche P = 2a : c : ∞b bekommt gegen die hintere Gegenfläche n = 2a' : c : ∞b meist entschieden das Uebergewicht. Dem entsprechend treten die beiden augitartigen Paare o = a : b : c und s = a : c : $\frac{1}{2}$b immer nur auf der Vorderseite auf, und zwar bildet o am viergliedrigen Oktaeder r r u u das halbe nächste schärfere und s das halbe nächste stumpfere Oktaeder. Nimmt man dazu nun den so häufigen Schwalbenschwanzzwilling, worin die Individuen M (sammt den Säulenflächen) gemein haben und umgekehrt liegen, und zwar so, daß dann o und s in vollzähliger 2gliedriger Ordnung auftreten, so sollte man an einem 2 + 1gliedrigen Systeme mit rechtwinkeligen Axen



a : b : c = 0,9671 : 1,175 : 1

nicht zweifeln. Nun zeigte aber G. Rose, daß bei Ehrenfriedersdorf nicht blos die bei 2 + 1gliedrigen Systemen ungewöhnliche Geradendfläche c = c : ∞a : ∞b vorkomme, sondern daß bei Schlaggenwald in Böhmen s und o als vollflächige Oktaeder auftreten. Ebenso vollzählig sind die Krystalle, welche bei Nertschinsk mit Beryll vorkommen. Damit würde dann auch das von Naumann beobachtete Zwillingsgesetz sich besser vertragen, nach welchem die Individuen eine auf die scharfe Säulenkante aufgesetzte Fläche $\frac{3}{2}$b : c : ∞a gemein haben, und die Axen c (folglich auch die Streifen der einspiegelnden M) sich unter 120° 52' schneiden. Hr. Descloizeaux (Ann. Chim. Phys. 1850. XXVIII) maß die dünnen Täfelchen von Chanteloube (Ht. Vienne), und fand M/u vorn 91° 30', hinten 88° 30', das wäre entschieden 2 + 1gliedrig.



Vergleiche auch Columbit. Die Krystalle haben große Neigung zu schaligen Absonderungen, was die Beobachtung der Flächen sehr erschwert. Die dünnen durchsichtigen Platten von Bayewka im Ural und Nevada haben sich optisch als monoklin erwiesen.

Pechschwarz mit röthlichbraunem Strich, in dünnen Blättchen nicht ganz undurchsichtig, daher nur halbmetallischen Glanz, Härte 5—6, Gew. 7,3.

Vor dem Löthrohr schmilzt er schwer, bedeckt sich undeutlich mit Krystallen und wird magnetisch. Mangan- und Eisenreaction. Salzsäure zersetzt ihn schwer, es scheidet sich Wolframsäure als gelber Rückstand aus. Schon 1786 wurde von den Spanischen Gebrüdern de Luyart 65 p. C. gelber Stoff nachgewiesen, der mit Scheele's im Tungstein entdeckten Säure übereinstimmte. Später gab man ihm die allgemeine Formel ($\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$) $\dddot{W}$, und zwar bewies Berzelius direct, daß gelbe Wolframsäure ($\dddot{W}$) und nicht braunes Wolframoxyd ($\ddot{W}$) darin sei. Demungeachtet kam Graf Schaffgotsch (Pogg. Ann. 52. 475), gestützt auf viele Analysen, auf die ältere Ansicht von $\ddot{W}$ wieder zurück. Indeß da nach Ebelmen bei der Zersetzung des Wolframs durch Salzsäure sich kein Wasserstoff entwickelt, was bei Vorhandensein von Wolframoxyd der Fall sein müßte, da sich Wolframsäure ausscheidet, so bleibt man bei der Ansicht von Berzelius stehen, wornach etwa 75 p. C. $\dddot{W}$ vorhanden ist. Auch hat Dr. Lehmann nachgewiesen, daß ein Gemisch von Wolframsäure und Eisenvitriol in Schwefelsäure erwärmt augenblicklich in blaues Wolframoxyd ($\ddot{W}$ $\dddot{W}$) umgewandelt werde, was sich dann schnell wieder zu gelber Wolframsäure oxydirt. Bernouilli (Pogg. Ann. 111. 598) nimmt noch eine grüne Modification (Pyrowolframsäure) an, welche im Wolfram steckt, und wornach er sich auf heißem Wege gebildet haben müßte. Der Gehalt an Eisen- und Manganoxydul verbunden mit etwas Kalkerde variirt außerordentlich bei den verschiedenen Fundorten. Die Krystalle von **Ehrenfriedersdorf** und Monte Video haben viel $\dot{Fe}$, nämlich

$$4\,\dot{Fe}\,\dddot{W} + \dot{Mn}\,\dddot{W} \text{ mit } 19{,}2\ \dot{Fe} \text{ und } 4{,}9\ \dot{Mn}.$$

Der in Sammlungen gewöhnliche von **Zinnwalde** hat dagegen mehr Mangan als Eisen

$$2\,\dot{Fe}\,\dddot{W} + 3\,\dot{Mn}\,\dddot{W} \text{ mit } 76\ \dddot{W},\ 9{,}6\ \dot{Fe},\ 13{,}9\ \dot{Mn}.$$

Der strahlig blättrige Wolfram im Spatheisenstein von **Neudorf**

$$5\,\dot{Fe}\,\dddot{W} + \dot{Mn}\,\dddot{W}$$

scheint noch mehr $\dot{Fe}$ als die Ehrenfriedersdorfer Krystalle zu haben, während die bräunlichrothen Nadeln aus dem Steinmark der Zinnsteingänge von Schlaggenwalde nach Rammelsberg 23,1 $\dot{Mn}$ enthalten, also

$$\dot{Fe}\,\dddot{W} + 4\,\dot{Mn}\,\dddot{W}$$

sein würden. Ja der Hübnerit von Austin in Nevada auf einem Quarzgange des Thonschiefers hat gar kein Eisen, sondern ist $\dot{Mn}\,\dddot{W}$ mit etwas Kalk (Jahrb. 1866. 87). Diesem würde dann Ferrowolframit $\dot{Fe}\,\dddot{W}$ ohne Mangan gegenüberstehen (Weisbach, Synops. miner. 43), welchen Ferber aus Südspanien bekam (Ferberit, Jahrb. 1863. 641). Nach Dr. Ber-

nouilli (Pogg. Ann. 111. 605) sind die Krystalle von Chanteloube und Zinnwalde Niobhaltig, Hoppe-Seyler (Ann. Ch. Pharm. 91. 247) fand sogar 0,228 p. C. Indium. Dr. Geuther (Göttinger gel. Anz. 1861. Nachr. pag. 227) bekam durch Zusammenschmelzen von Wolframsaurem Natron, Chlormangan, Eisenchlorür und Kochsalz vortreffliche Krystalle. Mn Ẅ war hell granatbraun, durch Zusatz von Eisen wurden die Krystalle erst schwarz.

Wolfram ist der stete und ausgezeichnete Begleiter des Zinnsteins in Sachsen, Böhmen und Cornwallis. Ausnahmsweise findet er sich in strahligen Krystallen auf dem Unterharz bei Neudorf in Anhalt Bernburg auf den dortigen Bleiglanzgängen, zu Adontschilon bei Nertschinsk, Limoges (Chanteloube) auf Quarzgängen im Granit. Auf Lane's Mine bei Monroe in Connecticut im Quarz mit gediegen Wismuth, auch häufig in Afterkrystallen nach Tungstein. Der großartige Tagebau im Trachyt von Felsö-Banya auf Kiese fördert dünne Blättchen ans Licht, die nach Dr. Krenner (Tschermak min. Mitth. 1875. 9) zwei- und eingliedrige Formen haben. Es ist das eine jüngere Bildung, wo es gänzlich an Zinnstein fehlt.

Wolframocker Ẅ (Tungstit) kommt als grünlichgelbes Verwitterungsproduct in einem Quarzgange zu Huntington (Connecticut) vor.

Wolframsaures Natron wird in den Waschhäusern der Königin von England vorzugsweise gebraucht, um Gewebe unverbrennlich zu machen. Besonders wichtig die Anwendung zum **Wolframstahl:** ½—25 p. C. Wolframmetall mit Stahl zusammengeschmolzen erzeugen eine Härte, die man bisher nicht für möglich hielt. Vielleicht ist die große Dichtigkeit des Wolframmetalls 17,5 Gew. der Grund. Wolframeisenstahl bewahrt den Magnetismus länger. Mit 3 p. C. Zusatz hat der Stahl auch große Zähigkeit, bleibt geschmeidig und leicht schweißbar. Daher haben sich seit einer Reihe von Jahren eine Menge Fabrikanten dem Wolframzusatz heimlich zugewendet, Berg. Hüttz. 1873. 215.

f) Tantalerze.

Sind dem Wolframerze äußerlich sehr ähnlich, nur fehlt der blättrige Bruch. G. Rose (Pogg. Ann. 64. 171) hat sogar zu beweisen gesucht, daß der häufigste unter allen, der Columbit, isomorph mit Wolfram sei, trotz dem Mangel des Blätterbruchs. Sie finden sich seltener, und jeder Fundort zeigt einen etwas andern Gehalt. Hatchett entdeckte 1801 im Amerikanischen den neuen Stoff, welchen er Columbium nannte; und Ekeberg 1802 im Finnländischen das „Tantalum", nach dem Phrygischen König Tantalus, Vater des Pelops und der Niobe, um damit auf die bekannte Mythe anzuspielen, da der Stoff die Unfähigkeit besaß, selbst im Ueberfluß von Säuren etwas an sich zu reißen. Wollaston zeigte 1809, daß beide mit einander übereinstimmen. Erst H. Rose (Pogg. Ann. 63. 317) fand 1844 in den Bayerischen nochmals ein zweites Niobium

Nb, und bald darauf (Pogg. Ann. 69. 115) ein drittes **Pelopium** Pe. Wenn man nemlich die metallischen Säuren der Tantalerze mit Kohle in Chlor erhitzt, so kommt ein **gelbes** flüchtigeres und ein weißes minder flüchtiges Chlorid, letzteres war Niobchlorid, das mit Wasser Niobsäure gibt, ersteres dagegen sollte Pelopchlorid sein, was aber in der That nichts als ein Gemisch von Tantal- und Niobchloriden ist. Niobium und Pelopium mußten daher wieder zusammenfallen (Pogg. Ann. 90. 471), doch erschienen beide als verschiedene allotropische Modificationen, die nicht unmittelbar in andere übergeführt werden konnten (Pogg. Ann. 108. 273). Nun hieß die Pelopsäure Niobsäure ($\breve{\ddot{N}}b$), die frühere Niobsäure wurde dagegen zur Unterniobsäure ($\ddot{\bar{N}}b$). Niobsäure ist der Tantalsäure außerordentlich ähnlich, ihr Pulver wird durch Glühen nur stärker gelb. Endlich fügte Hr. v. Kobell im Tantalit von Tammela noch **Dian** hinzu, welches mit Salzsäure und Stanniol gekocht verdünnte Lösungen lasurblau färbt (Journ. prakt. Chem. 1860. 79. 291, 83. 100 und 449), aber sich ebenso wenig zu bewahrheiten scheint, wie das Hermann'sche Ilmenium (Jahrb. 1870. 487). Sämmtliche stehen in ihren Eigenschaften dem Titan- und Zinnoxyd sehr nahe, welch letzteres sich gar häufig auch zugesellt. $\ddot{T}a$ krystallisirt nach Nordenskiöld zwar zweigliedrig, aber die Säule macht 100° 42′, stimmt also nicht zu $\ddot{T}i$, wohl aber zum Wolfram. Man war daher lange geneigt, Tantal- und Wolframoxyde wie Zinnstein und Rutil zu schreiben. Marignac zeigte nun, daß die Wolframoxyfluoride WO^2Fl isomorph seien mit den Doppelfluorüren von Si, Zr, Ti, Sn; zugleich stieß er dabei auch auf Nioboxyfluorüre, denen aber die Zusammensetzung von $\bar{N}bO\bar{C}l^3$ zukam, während das gelbe Niobchlorid nach seiner Dampfdichte $\bar{N}b\bar{C}l^5$ sein mußte. So kamen Niob und Tantal sammt dem Vanadin zu den fünfwerthigen Elementen des N, P, As, Sb (Rammelsberg, Monatsber. Berl. Akad. 1871. 161). Für Sauerstoff = 8, muß dann Ta = 91 und Nb = 47,5 angenommen werden, da die Tantalsäure Ta^2O^5 18 p. C. Sauerstoff, und Niobsäure Nb^2O^5 29,85 Sauerstoff enthält.

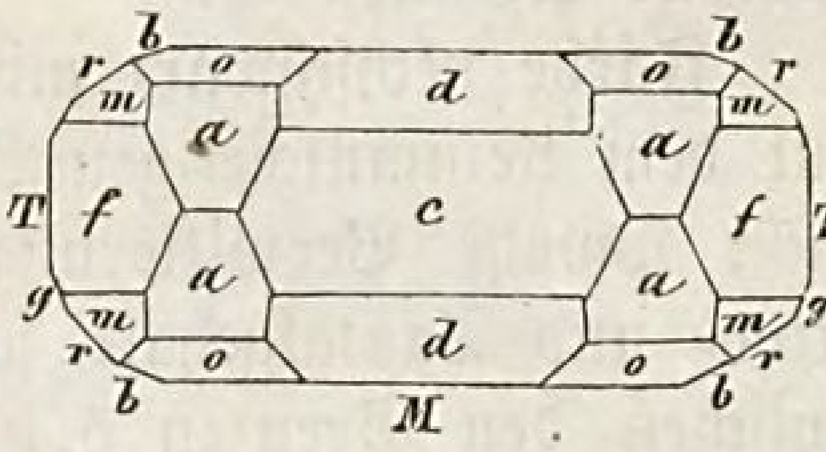
Tantal- und Nioberze finden sich nur sparsam im Granit (H. Rose, Pogg. Ann. 99. 65), doch haben Scandinavien, Finnland, Miask, Bodenmais, Limoges, Grönland, die Nordamerikanischen Staaten 2c. Beispiele geliefert. Schon bei den Silikaten fielen im Wöhlerit pag. 454 14,5 p. C. Niobsäure auf; beim Aeschynit pag. 789, Polykras und dem seltenen Euxenit herrscht Titanoxyd vor. Columbit, Samarskit, Tantalit, Fergusonit, Pyrochlor 2c. bilden die eigentliche Gruppe der Tantalate. Schon Berzelius schloß sie durch Zusammenschmelzen mit saurem schwefelsaurem Kali auf, und Rammelsberg zeigte, daß sie fast alle die isomorphe Tantal- und Niobsäure zugleich enthalten.

1. Columbit ($\dot{F}e$, $\dot{M}n$) ($\dddot{\bar{N}}b$, $\dddot{\bar{T}}a$)

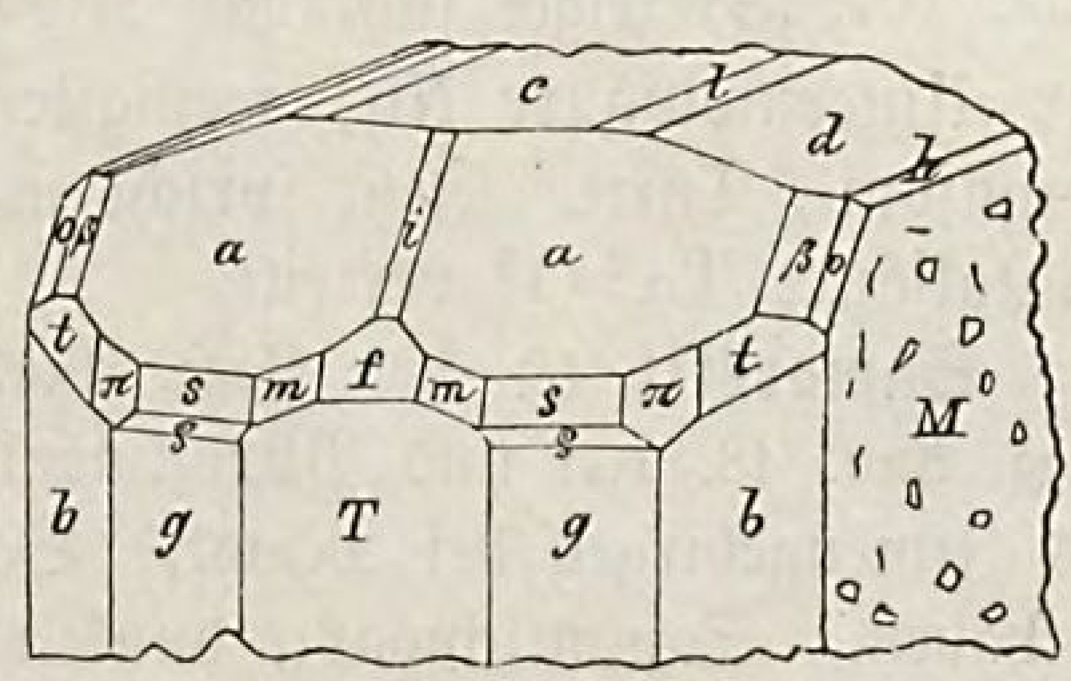
nannte Hatchett das schwarze Mineral aus dem Granit von Connecticut (Haddam), worin er sein neues Metall Columbium entdeckte, von welchem

Wollaston bewies, daß es mit Ekeberg's Tantal identisch sei. Man spricht daher noch heute in Amerika von Columbaten ($Cb^2 O^5$). Gehlen erkannte ihn bald darauf (Schweigger's Journal VI. 256) im verwitterten Ganggranit bei Rabenstein zwischen Zwiesel und Bodenmais, wo er sich so häufig findet, daß diesen Dufrénoy Baiérine nannte. Früher begriff man ihn unter dem Ekeberg'schen Namen Tantalit, und nannte ihn dann zum Unterschiede Bodenmais-Tantalit. Grönlandit, Niobit, weil man lange meinte, daß sie nur Niobsäure enthielten, gegenüber dem reinen Tantalit, bis Rammelsberg dieser Ansicht entgegentrat. Monographie von Schrauf (Sitzungsb. Wien. Akad. Wiss. 1861. 44. 445).

Ausgezeichnet 2gliedrig, von den Winkeln des Wolframs, aber mit größerm Flächenreichthum, jedoch gute Krystalle seltener. Vorherrschend M = a : ∞b : ∞c, sich durch Längsstreifen auszeichnend, dazu kommt T = b : ∞a : ∞c. Keine Fläche dieser Oblongsäule M/T zeigt sich sonderlich blättrig, daher hielt man auch anfangs die Bodenmaiser für Pechblende, so



sehr die Streifung von M auch an Wolfram erinnern mag. Am Ende dehnt sich die Geradendfläche c = c : ∞a : ∞b immer stark aus. Untergeordnet finden sich in der Oblongsäule r = a : b : ∞c mit 100° 40′ im vordern Säulenwinkel, also vom Wolfram nur 25′ abweichend, b = a : 2b : ∞c (134° 58′) und g = 3a : b : ∞c (136° 12′). Bei allen ein Oktaeder a = 3a : b : c, Fläche g zu einem Rechteck machend, die von Haddam haben sogar blos dieses Oktaeder zur Endigung, die Bodenmaiser mit sehr vorherrschender Geradendfläche c dagegen noch das Paar f = c : ½b : ∞a, 59° 20′ in c, und zuweilen das Oktaeder m = 3a : ½b : c. Krystalle von Middleton (Connecticut) erreichen nicht blos ein Gewicht von 14 ℔, sondern zeigen auch noch das Paar d = 3a : c : ∞b, und selbst das Oktaeder o = : a : b : c mit 117° 53′ in den vordern und 102° 58′ in den seitlichen Endkanten. Die wesentlichste Bereicherung lieferten jedoch die schönen Krystalle aus dem Kryolith von **Evigtok** (Ivikaet Descloizeaux, Ann. mines. 1856. VIII. 396), worunter einige reine Niobate ($FeNb^2O^6$) stecken sollen: um und um krystallisirt mit Eindrücken von verwittertem Feldspath täuschen sie durch ihren ganz verschiedenen Habitus. Zwar ist M 100 noch breit aber nicht längsgestreift, sondern mit löcherigen Eindrücken. Die Säulenzone zeichnet sich durch ihren Glanz auf den Flächen b 210 und g 130 aus; T 010 tritt häufig ganz zurück, und da sich vorzugsweise a 133 und d 103 ausdehnen,



so gieng Schrauf nicht von o sondern von a als Hauptoktaeder aus, zu

welchem g d i die zugehörigen Dodekaidflächen bilden. Eine Menge kleiner Abstumpfungen gesellen sich dazu: s 263, ϱ 391, π 121, t 463, β 233. Die Verticalzone M/c läßt sich durch ihre matten Flächen d 103, h 203, l 106 leicht erkennen. Nimmt man dazu zwischen M/o x 211, zwischen u/d α 115, zwischen o/d σ 213 und zwischen T/m φ 1 . 12 . 3, so haben wir eine Einsicht von dem ungewöhnlichen Flächenreichthum.

$$a : b = 0,9447 : 1,139 = \sqrt{0,8924} : \sqrt{1,2979}$$

$$lga = 9,97529, \ lgb = 0,05661.$$

Bei Rabenstein finden sich auch Zwillinge, welche $f = c : \frac{1}{2}b$ gemein haben und umgekehrt liegen, die Axenrichtungen c schneiden sich daher unter 59° 20′, was man an den Streifungen der einspiegelnden M annähernd erkennen kann.

Farbe pechschwarz mit schwarzem bis rothbraunem Strich, Fettglanz auf dem kleinmuscheligen Bruche. Härte 6, Gewicht variirt sehr, woran nicht sowohl Verwitterung sondern viel mehr das Schwanken zwischen Niob- und Tantalgehalt schuld ist, im Mittel kann man 6 annehmen, zwischen den Grenzen 5,4 und 6,3 liegend. Zu schaliger Absonderung geneigt.

Vor dem Löthrohr unveränderlich, auch von Säuren werden sie wenig angegriffen, Berzelius schloß sie daher mit $\dot{K}\ \dddot{S}^2$ auf.

Columbit im Ganggranit von Rabenstein Gew. 6,39, Strich schwarz, sollte nach H. Rose keine Tantal- sondern 81 Unterniobsäure, 14,3 $\dot{F}e$, 3,8 $\dot{M}n$, 0,45 $\ddot{S}n$, 0,13 $\dot{C}u$ enthalten; jetzt zeigt sich, daß der Gehalt an Tantalsäure bis auf 35 p. C. steigen kann, und die Formeln zwischen $Nb^8 Ta$ und $Nb^2 Ta$ schwanken. Der Amerikanische von Middleton (Connecticut) mit 5,8 Gew. und dunkelbraunrothem Strich nach Hermann 78,2 Metallsäure, wovon 30 p. C. auf Tantal kommen. Der Grönländische hatte kaum 5,4 Gewicht und 78,7 Unterniobs., und in der That sind nach Blomstrand (Jahrbuch 1870. 488) einige darunter, die 78 Niobsäure und keine Spur von Tantal haben, sie sind daher die leichtesten. Chanteloube 78,7 p. C., im Schriftgranit von Tirschenreut an der Nab 78,6. Früher hielt man die Säure für Tantalsäure, bis H. Rose Niob und Pelop darin zu entdecken meinte, das sich in verschiedenen Quantitäten gegenseitig vertreten sollte (Pogg. Ann. 71. 160). Später (Pogg. Ann. 1859. 107. 409) zeigte sich, daß Niobsäure $\dddot{N}b$ gar nicht vorkomme, sondern nur Unterniobsäure $\dddot{N}b$, wenigstens im Columbit, Samarskit, Euxenit, Fergusonit, Tyrit. Jetzt spricht man nur von Niobsäure $Nb^2 O^5$, welche Tantalsäure $Ta^2 O^5$ vertritt.

Samarskit (H. Rose Pogg. Ann. 71. 157) ist Uranotantal (G. Rose Pogg. Ann. 48. 555) und Yttroilmenit Hermann's, mit Aeschynit im Granit des Ilmengebirges bei Miask. Scheint die Krystallform des Columbit's zu haben. Sammtschwarz, dunkelröthlich brauner Strich, unvollkommener Metallglanz. Härte 5—6, Gew. 5,6. Schmilzt an den Kanten zu schwarzem Glase, und glüht auf wie Gadolinit pag. 443, wird aber umgekehrt nach dem Aufglühen specifisch leichter (Pogg. Ann. 72. 472). Die

Analyse gab 56 metallische Säure, die hauptsächlich aus Unterniobsäure mit etwas Zinn- und Wolframsäure bestand, 15,9 $\dot{F}e$, 16,7 Uranoxyd, 11 Yttererde, $\dot{R}$ ($\dddot{N}b$, $\dddot{U}$). Herrmann glaubte darin einen neuen Stoff Ilmenium entdeckt zu haben, was jedoch H. Rose (Pogg. Ann. 73. 449) widerlegte, während H. v. Kobell wieder darin seine Diansäure erkennen wollte. Merkwürdig ist die Menge seltener Stoffe, worunter Herrmann sogar 2,8 Thorerde aufführte. Da das Uranoxyd auf 20,5 p. C. hinaufgeht, so war der Name von G. Rose im Grunde passender, H. Rose wollte ihn daher auch in Uranoniobit umwandeln. Jetzt gibt man ihm die Formel

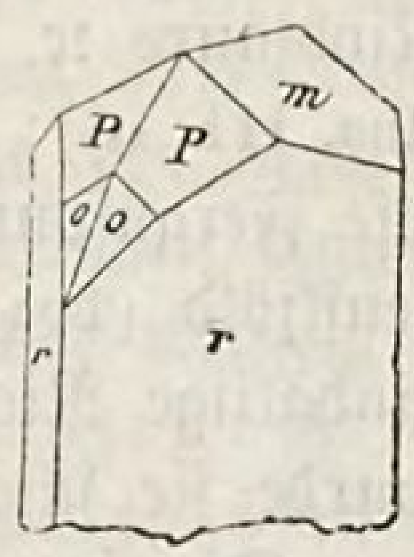
$$(\dot{U}, \dot{Y}, \dot{F}e, \dot{M}n, \dot{C}a, \dot{M}g, \dot{T}h, \dot{C}e, \dot{L}a, \dot{D}i)\ Nb^2\ O^5.$$

Hier ist auch der röthlichbraune fettglänzende Euxenit pag. 789 zu vergleichen, Gew. 4,9 mit 37,1 „Unterniobsäure", 16,3 Titanoxyd, 8,4 Uranoxydul, 26,5 Cer-, Erbin- und Yttererde, 5,2 Kalk, 3 Eisenoxydul, Wasser ꝛc. Spätere Analysen (Pogg. Ann. 150. 209) bestätigen im Allgemeinen, daß nur Niobsäure vorhanden ist. Das Funkenspectrum (Pogg. Ann. 155. 384) zeigte auch noch Lanthan und Didym an.

2. Tantalit ($\dot{F}e$, $\dot{M}n$) ($\dddot{T}a$, $\dddot{N}b$).

Der Ekeberg'sche Name für den Finnländischen, wo er im Kirchspiel Kimito und Tammela im Gang-Albit (Oligoklas) der dortigen Granite mit Turmalin und Smaragd vorkommt. Nach H. Rose (Pogg. Ann. 104. 85) enthalten sie entschieden Tantalsäure. H. v. Kobell will darin einen neuen Stoff Dianium Di gefunden haben. Nordenskiöld (Pogg. Ann. 50. 656) beschreibt ihn zwar auch

2gliedrig, aber verschieden von Columbit. Das Oktaeder P = a : b : c hat in der vordern 126° und in der seitlichen Endkante 112° 30′. Daraus folgt a : b = 1,253 : 1,534. Die seitliche Endkante ist durch m = b : c : ∞a abgestumpft. Unter P liegt o = b : c : $\frac{1}{2}$a, seltener zwischen P/o noch v = b : c : $\frac{2}{3}$a. In der Säule herrscht r = 9a : 4b : ∞c mit 57° 6′ in der vordern Endkante, freilich ein nicht sehr wahrscheinlicher Ausdruck. s = a : ∞b : ∞c stumpft die vordere und t = b : ∞a : ∞c die seitliche Säulenkante ab. Unter andern kommt auch noch q = c : $\frac{1}{3}$b : ∞a und darüber n = c : 6b : ∞a vor. Die Krystalle sind selten einfach, sondern verwickelte Zwillinge. Beim Kimito-Tantalit herrscht die Oblongsäule s/t, also wie beim Columbit. Sie stammen von Härkäsaari bei Torro im Kirchspiel Tammela, wo sie mit Rosenquarz und Gigantolith brechen. Stark zinnhaltig, Gew. 7,1, also entschieden schwerer als die Columbite. Die von Kimito, wo bei Skogböle die reichste finnländische Fundgrube ist, wiegen 7,93, Zinnarm, Eisenschwarz, brauner Strich, bei manchen Abänderungen bis ins Zimmtbraun gehend (Pogg. Ann. 101. 625).



Ein Tammela-Tantalit enthielt 83,9 Tantalsäure, 13,8 $\dot{F}e$, 0,7 $\dot{M}n$,

0,66 Zinnoxyd; Kimito-Tantalit (Ixiolit) 75,7 Tantalsäure, 9,8 $\dot{Fe}$, 4,3 $\dot{Mn}$, 9,6 $\ddot{Sn}$. Zinn soll das Tantal vertreten; ein Theil des Eisens scheint bei den verwitterten ausgelaugt zu sein, daraus erklärt H. Rose den Mangel an Basen.

Finbo-Tantalit bei Finbo und Broddbo ist unkrystallinisch, Gew. 6,2—6,5. Der chemische Gehalt 67 Tantalsäure, 16,7 $\ddot{Sn}$, 6,9 $\dot{Fe}$, 7,1 $\dot{Mn}$, 2,4 $\dot{Ca}$. Mit ihnen kommt dann ein Tantalsäurehaltiger Zinnstein (93,6 $\ddot{Sn}$, 2,4 $\ddot{Ta}$) vor, so daß zwischen Zinnstein und Tantalit ein förmlicher Uebergang Statt findet. Damour fand bei Chanteloube Tantalit mit einem Zirkonerdegehalt, der bis auf 5,7 p. C. stieg, und vielleicht auch $\ddot{Ta}$ vertritt. Hjelmit (Pogg. Ann. 111. 286) aus dem Schriftgranit von Kararfvet enthält 62,4 Tantalsäure. Neuerlich haben sich auch in Nordkarolina (Yancey Cty.) Pfundschwere Krystalle von 5,8 Gew. gefunden mit 76,6 Tantalsäure, 14 $\dot{Fe}$, 7,7 $\dot{Mg}$, Jahrb. 1876. 867.

Yttro-Tantalit wurde schon 1802 von Ekeberg (Kongl. Vetensk. Acad. Handl. 1802. XXIII. 80) aus dem rothen Granit von Ytterby unfern Waxholms-Festung bei Stockholm entdeckt. Derbe eingesprengte Massen mit Fettglanz, Apatithärte. Berzelius unterschied Abänderungen von dreierlei Farben: schwarze, braune, gelbe. Alle drei finden sich auf dem gleichen Stück. Der schwarze wiegt 5,39, der gelbe 5,88. Den schwarzen kann man leicht mit Gadolinit verwechseln, allein er hat keine Kieselsäure. Nach Nordenskjöld (Pogg. Ann. 111. 280) 2gliedrig. Vor dem Löthrohr unschmelzbar, gibt aber einen Glühverlust und wird specifisch schwerer. H. Rose (Pogg. Ann. 72. 155) wies im schwarzen abgesehen vom Wasser 58,6 Tantalsäure, 21,2 Yttererde, 7,5 $\dot{Ca}$, 3,9 $\ddot{U}$, 6,3 $\dot{Fe}$, 0,6 $\ddot{W}$, 0,4 $\dot{Cu}$ nach. Nach neuern Untersuchungen (Pogg. Ann. 150. 202) enthält die Yttererde, 11 $\dot{Y}$, 7,2 Erbinerde und 2,4 Ceroxydul; die Tantalsäure 13,1 Niobsäure rc. Der gelbe von 4,77 Gew. soll meist amorph sein (Pogg. Ann. 111. 280); der braune von 5 Gew. enthält Niobsäure und viergliedrig, wie Fergusonit, war er das erste Niobhaltige Mineral Schweden's (Nordenskjöld (Pogg. Ann. 111. 286). Später hat sich auch im schwarzen 14 titanhaltige Niobsäure gefunden (Ztschr. d. g. Ges. XXI. 560), in Norwegen wurde sie schon im Euxenit pag. 789 bekannt.

Dianit nannte Hr. v. Kobell (Jahrb. 1860. 446) einen Tammela-Tantalit mit grauem Strich, und von 5,5 Gew., also wesentlich leichter als die andern finnländischen Tantalite, denen er sonst außerordentlich gleicht. Die Sache liegt noch im Streit, doch behauptet Kobell (Journ. prakt. Chem. 83. 449) im Columbit, Euxenit, Samarskit, Aeschynit, Polykras, Fergusonit, Tyrit Diansäure nachgewiesen zu haben.

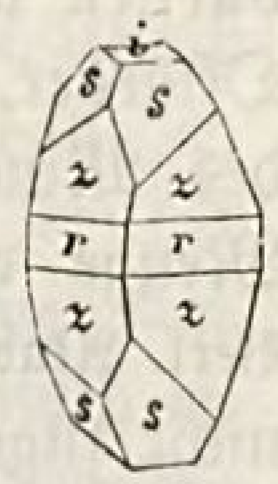
Tapiolit (Pogg. Ann. 122. 604) $\dot{Fe}\,\bar{\bar{Ta}}$ von Nordenskiöld nach einem finnischen Gott genannt, fand sich im Granit von Sukkula im Kirchspiel Tammela in viergliedrigen dem Zirkon ähnlichen Oktaedern von 123° 1' in den Endkanten. Das schwarze stark glänzende Mineral hatte 15,8 $\dot{Fe}$, 83,2 Metallsäure, welche sich als 73,9 Tantal- und 11,2 Niobsäure erwies (Monatsb. Berl. Akad. 1871. 181), schon das hohe Gew. 7,37 ließ darauf

schließen. Der Kochelit (Ztschr. d. geol. Ges. XX. 250) im Ganggranit von den Kochelwiesen bei Schreiberhau in Schlesien steht dem Yttrotantalit nahe, bildet krustenartige Ueberzüge über Titaneisen und Fergusonit in Begleitung von Gadolinit, Xenotim, Monacit, und enthielt 29,5 Niobsäure, 17,2 $\dot{Y}$, 12,8 $\dot{Z}r$, 1,2 $\dot{Th}$, 7,7 $\dot{H}$ ꝛc.

3. Fergusonit $\dot{Y}^3 \ddot{N}b$.

Wurde zu Kikertaursack am Cap Farewell im Quarz gefunden (Haidinger Pogg. Ann. 5. 166). Er gleicht dem Yttro-Tantalit im Aussehen, daher beschrieb ihn Mohs (Grundriß II. 688) unter diesem Namen. Nordenskjöld fand ihn bei Ytterby zwischen den Yttro-Tantaliten, und Websky in Schlesien mit Kochelit.

Viergliedrig, aber mit jener merkwürdigen Hemiedrie des Scheelbleierzes pag. 604. Geht man vom Oktaeder $s = a : a : c$ aus mit $100^0\ 28'$ in den Endkanten, wornach $a = \sqrt{0,444}$, so haben dazu die quadratische Säule r und das Quadratoktaeder z nicht die verlangte symmetrische Lage. Man muß vielmehr beide als die Hälfte von der vierundvierkantigen Säule $r = a : \frac{1}{3}a : \infty a$ und von dem Vierkantner $z = c : a : \frac{1}{3}a$ betrachten. Geradendfläche $i = c : \infty a : \infty a$.



Pechschwarz, an den Kanten röthlich durchscheinend, blaßbrauner Strich, Härte 5—6, Gewicht 5,84 (der schwedische nur 4,89). Vor dem Löthrohr unschmelzbar. Nach Hartwall (Pogg. Ann. 16. 483) 47,7 Tantalsäure, 41,9 Yttererde, 4,7 Ceroxydul, 3 Zirkonerde, 1 Zinnoxyd, 0,95 Uranoxydul. H. Rose zeigte, daß sie keine Tantal-, sondern „Unterniobsäure" halten, was die schwedischen bestätigten, obwohl die spätern Analysen (Pogg. Ann. 150. 205) selbst bei den Grönländischen 6,4 Tantalsäure fanden, die bei den schwedischen auf 28,5 Tantalsäure neben 29,7 Niobsäure steigen kann. Teschenmacher's Azorit im Trachyt der Azoren bildet kleine grünlich gelbe Quadratoktaeder, die im wesentlichen Unterniobsauren Kalk zu enthalten scheinen. Tyrit (Norwegischer Kriegsgott Tyr) mit Euxenit auf Tromöe, Gew. 5,55, hat nach Kenngott die Form des Fergusonits, und besteht auch im wesentlichen aus „Unterniobsaurer Yttererde", die wie gewöhnlich ansehnliche Mengen von Erbin und Cer, und auch etwas Lanthan und Didym enthält. Bragit ist davon nicht verschieden. Durch die neue Schreibweise der Niobsäure ist Fergusonit $\dot{Y}^3 Nb^2 O^8$ mit Xenotim $\dot{Y}^3 P^2 O^8$ isomorph. Dagegen läßt sich Tapiolit $Fe\, Nb^2 O^6$ damit nicht in Uebereinstimmung bringen, obwohl die Krystallform die gleiche ist, und noch mehr fällt die gleiche Form beim Scheelblei, Tungstein, Gelbblei, Zinnstein, Rutil, Zirkon auf.

4. Pyrochlor.

Im Zirkonsyenit von Frederiksvärn entdeckt, und da er im Feuer sich gelb brennt, von Wöhler (Pogg. Ann. 7. 417) so benannt. Mikrolith von Chesterfield. Auch Koppit scheint ihm nahe zu stehen.

Reguläre Oktaeder, zuweilen Granatoeder und Leucitoeder a : a : ½a und a : a : ⅓a untergeordnet (Miask). Die Oktaeder sehr scharf ausgebildet, und dadurch meist leicht vom begleitenden Polymignyt unterscheidbar. Röthlichbraun durchscheinend. Härte 5, Gew. 4,2.

Vor dem Löthrohr wird er gelb und schmilzt schwer zu einer schwarzbraunen Schlacke. Die Uralischen zeigen ein Aufglühen, und Wöhler fand darin 13,1 Cerhaltige Thorerde, 11 $\dot{Ca}$, 5,3 $\dot{Na}$, 3,2 Fluor, 67,3 titanhaltige Tantalsäure, welche sich später als „Unterniobsäure" erwies (Pogg. Ann. 48. 83). Die Krystalle erreichen im Ural bis ½ Zoll Größe. Bei dem in Albit eingewachsenen Mikrolith von Chesterfield geht die Metallsäure auf 80 p. C. Die gelben, scheinbar regulären Oktaeder des Pyrrhit (Pogg. Ann. 48. 562) auf Feldspath von Alabaschka finden sich nur in einer einzigen Stufe vor (Kokscharow Miner. Rußl. I. 222), und dürften dem Pyrochlor verwandt sein. Auf den Azoren fanden sich solche Oktaeder, die aus Niobsaurer Zirkonerde bestehen sollen. Die Seltenheit des Minerals und die Schwierigkeit der Analyse haben seit 1826 eine Menge verschiedener Resultate zu Wege gebracht (Rammelsberg, Monatsb. Berl. Akad. 1871. 183), und noch jetzt wollen sie sich einer guten Formel nicht fügen. Doch enthalten sie keine Tantal- sondern nur Niobsäure, neben Titansäure $\ddot{Ti}$; Miask hat 7,8 Thorerde und kein Uranoxydul, bei Brevig nimmt die Thorerde ab, und bei Frederiksvärn fehlt sie ganz, statt dessen stellt sich 5,2 Uranoxydul ein. Das Fluor wird wahrscheinlich einen Theil des Sauerstoffs ersetzen, dann könnte man ungefähr die Formel $(\dot{Ca}, \dot{Ce}, \dot{U}, \dot{Fe})\ N^2 O^3 + (\dot{Ca}, \dot{Ce})\ (\ddot{Ti}, \ddot{Th})$ herausbringen. Der Koppit (Jahrb. 1875. 67) kommt mit Apatit und Magneteisen im Kalkstein von Schelingen bei Freiburg vor. Er ist frei von Titan, hat 61,9 Niobsäure, 10,1 Cerhaltige Thorerde, 16 $\dot{Ca}$, 7,5 $\dot{Na}$, 4,2 $\dot{K}$. Für Niobsäure = $\ddot{Nb}$, würde nach Knop das Verhältniß zu der einfachen Formel $\dot{R}\,\ddot{Nb}$ führen, oder $\dot{R}^5\,\ddot{Nb}^2$, wo R = Ce, La, Di, Ca, Na, K, Fe, Mn gesetzt ist. Neuerlich glaubt man gemäß der specifischen Wärme das Atomgewicht des Cer um die Hälfte vergrößern zu müssen, also für O = 8 statt 46 nur 69 zu setzen, dann würde $\dot{Ce} = \bar{C}e$, ebenso Lanthan und Didym, was die Formeln grade nicht einfacher machen würde, Rammelsberg, Berichte deut. chem. Ges. 1876. 1580.

g) Uranerze.

Sie sind die einzigen, aus welchen das Uranmetall leicht in größerer Menge zu gewinnen ist. Klaproth (Beiträge II. 197) entdeckte 1789 das neue Metall in der von den Bergleuten längst bekannten Pechblende, die nun den neuen Namen Uranit oder

Uranpecherz erhielt. Werner nannte es schlechthin Pecherz, Hausmann Pechuran, Haidinger Uranin. Coracit vom Lake Superior. Findet sich meist in derben aber großen unkrystallinischen Massen, ohne Blätter-

bruch, daher nannte es Mohs untheilbares Uranerz. In Deutschland sind keine Krystalle bekannt. Dagegen glaubt Scheerer in Norwegen, wo er stets in Begleitung von Niob- und Tantalsaurem Uran-Manganoxydul vorkommt, reguläre Oktaeder mit Würfel deutlich beobachtet zu haben (Pogg. Ann. 72. 571).

Ein halbopalartiger Bruch mit Fettglanz, zuweilen gerundete nierenförmige Oberfläche. Pechschwarz mit bräunlich schwarzem Strich. Härte 5—6, Gew. 6,46.

Vor dem Löthrohr unschmelzbar, in der Oxydationsflamme gelbe und in der Reductionsflamme grüne Gläser. In Salpetersäure löst es sich leicht zu einer grünlich gelben Flüssigkeit. Als wesentlichen Gehalt sieht Rammelsberg das Uranoxydoxydul $\dot{U}\,\dddot{\bar{U}}$ an; er fand davon in der Pechblende von der Grube Tanne bei Joachimsthal 79,1 p. C. neben 6,2 Blei, 3 Eisen, 1 Arsenik, 2,8 Kalkerde, 5,3 Kieselsäure ꝛc. Darnach könnte man wähnen, daß sie isomorph mit Magneteisen pag. 746 sei. Karsten (Pogg. Ann. 26. 491) wies Spuren von Selen nach, das er bei der von Schneeberg mit dem Löthrohre noch erkannte, Wöhler (Pogg. Ann. 54. 600) einen Vanadiumgehalt. Ueber Spuren von Kupfer, Wismuth ꝛc. darf man sich nicht verwundern, da sie namentlich von kleinen Kupferkiestrümmern häufig durchzogen wird. Noch weniger fällt ein Gehalt von Phosphorsäure auf, denn sie ist die Mutter des Uranglimmer pag. 597. Das krystallisirte Uranpecherz, was sich bei Valle in Sätersdalen zusammen mit „Niob-Pelopsaurem“ Uran-Manganoxydul (Pogg. Ann. 72. 569) findet, hatte sogar einen bedeutenden Gehalt jener merkwürdigen Metallsäuren, neben denen Uranoxyd auch im Samarskit eine Rolle spielt, wie es überhaupt in der ganzen Gruppe der Tantalate vorkommt.

Breithaupt unterscheidet Pechblende mit schwarzem, olivengrünem und pomeranzengelbem Strich. Letzteres (Uranisches Gummierz) gleicht der Gummigut, sieht hyacinthroth aus, und hat nach Karsten die Formel $4\,\dddot{\bar{U}}\,\dot{\bar{H}}^9 + \dot{C}a^3\,\ddot{\ddot{P}}$. Es kommt zu Johann-Georgenstadt vor, und ist wahrscheinlich schon Zersetzungsprodukt. Haidingers Eliasit von Joachimsthal ist amorph und dunkel pechfarbig (Pogg. Ann. Ergänzb. IV. 348).

Uranocker, ein wasserhaltiges Uranoxyd, das in Schnüren die Pechblende durchzieht und in schmalen Bändern einhüllt, von gelber Farbe. In den Stücken von Johann-Georgenstadt kann man den Prozeß von Pecherz, durch das Gummierz zum Ocker vollständig verfolgen. Der prachtvoll citronengelbe von Joachimsthal entsteht durch Zersetzung des dortigen Uranvitriol, wie schon die mitvorkommenden kleinen Gypskrystalle beweisen. Er besteht daher nach Kenngott aus mikroskopisch fasrigen Krystallen. Vergleiche auch den zeisiggrünen Uranophan im Granit von Kupferberg in Schlesien (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. XI. 384; XXII. 92), der Kieselerdehaltig von Websky als Thomsonit gedeutet wird, in welchem $\frac{3}{5}$ des Aluminiums durch Uran vertreten sind. Der Uranotil von Wölsendorf, citronengelbe zweigliedrige Nadeln, enthält neben 13,8 $\dddot{Si}$ 66,7 Uranoxyd, 5,3 $\dot{C}a$, 12,6 $\dot{\bar{H}}$, Jahrb. 1870. 780.

Liebigit Smith (Liebig's Ann. Chem. u. Pharm. 66. 254) mit Uranpecherz von Adrianopel, eine grüne Zersetzungssubstanz, die aus $\ddot{\bar{U}}^2 \ddot{C} + 2 \dot{Ca} \ddot{C} + 36 \dot{\bar{H}}$ bestehen soll, mit 38 $\ddot{\bar{U}}$, 45,2 $\dot{\bar{H}}$, 8 $\dot{Ca}$, 10,2 $\ddot{C}$. Der smaragdgrüne Voglit ($\dot{U}$, $\dot{Ca}$, $\dot{Cu}$) $\ddot{C} + \dot{\bar{H}}$ kommt in zarten Schuppen auf Uranpecherz der Eliaszeche zu Joachimsthal vor. Uranvitriol pag. 649.

Uranpecherz bricht hauptsächlich im Erzgebirge: Johann-Georgenstadt, Schneeberg, Annaberg. In Böhmen zu Joachimsthal, Przibram, Redruth in Cornwall. Die großen derben Stücke finden wir in allen Sammlungen. Es dient in der Porzellanmalerei zum Schwarz und Gelb, und zum Färben des Glases. Essigsaures Uranoxyd gilt als das beste Reagenzmittel auf Phosphorsäure. Die Joachimsthaler enthalten 0,2 Vanadinsäure, man verarbeitete daselbst seit 1852 jährlich 30—50 Ctr., die 10 ℔ dieses seltenen Stoffes lieferten. Jetzt kommen die Präparate hauptsächlich als Urangelb $\dot{Na} \ddot{\bar{U}}^2 \dot{\bar{H}}^6$ in den Handel, jährlich etwa 70 Ctr. im Werthe von 170,000 Reichsmark. Zu Joachimsthal bricht das Uranerz in größern Mengen mit Silber-, Wismuth-, Nickel- und Kobalterzen, aber sie wurden über die Halde gestürzt, oder in den Gruben als Versatz zurückgelassen. Darin bildeten sich dann durch Jahrhundert lange Einwirkung der Atmosphärilien jene zahlreichen Kohlen-, Schwefel-, Phosphorsauren rc. Salze.

h) Kupfererze.

Sie gehören zwar zu den edelsten für die Gewinnung des Kupfers, haben aber gegenüber den geschwefelten Kupfererzen eine geringe Bedeutung für den Bergbau. Mineralogisch interessant ist vor allem das

Rothkupfererz. Kupferroth nach seiner Farbe. Aes sui coloris Rothkupfer Agricola 702. Als stetiger Begleiter des gediegenen Kupfers konnte seine Beschaffenheit den ältern Mineralogen kaum entgehen. Ohne Zweifel ist bei Theophrast 70, wo er von einem Steine redet, der dem Carbunculus ähnlich, aber schwerer sei, unser Erz gemeint, da er zwischen andern salinischen Kupfererzen eingesprengt war. Vielleicht auch Caldarius Plinius 34. 20. Cronstedt § 193 nannte es rothes Kupferglas, daher bei R. de l'Isle Essai 1772. 364 noch für Cuivre vierge gehalten, dem nur die Malleabilität fehle, erst später hieß es III. 331 Cuivre vitreuse rouge, Cuivre oxydulé. Red oxide of Copper. Cuprit.

Reguläres System in ausgezeichneten Formen. Das Oktaeder herrscht, und zwar deutlich blättrig, seltener das selbständige Granatoeder, doch kommen beide von Zollgröße um und um gebildet bei Chessy und auf den Gumeschewsk'schen Kupfergruben am Ural vor. Noch häufiger finden sich beide Oktaeder und Granatoeder in Verbindung, woran bald das eine, bald das andere sich mehr ausdehnt. Der Würfel ist schon viel ungewöhnlicher, aber am Ural sind ihm Oktaeder, Granatoeder und Pyramidenwürfel $a : \frac{1}{2}a : \infty a$ untergeordnet, eine Form,

die auffallend an dortige Kupferkrystalle durch ihren ganzen Habitus erinnert. Kleine selbständige Würfel finden sich auf den Kupfergruben von Cornwallis, und zu Moldawa im Banat. Das Leucitoeder a : a : ½a stumpft die Kanten des Granatoeders ab. G. Rose erwähnt von den Gumeschewsk'schen Gruben auch eine Abstumpfung zwischen Granatoeder und Oktaeder, einem Pyramidenoktaeder a : a : 3a angehörend. Der Pyramidenwürfel a : ½a : ∞a, das Pyramidengranatoeder a : ½a : ⅓a, also sämmtliche 7 reguläre Körper sind vertreten. Dagegen Zwillinge nicht bekannt, wohl aber gestrickte Formen (G. Rose Reise Ural I. 264) von großer Schönheit und zart wie das haarförmige Rothkupfererz von Rheinbreitenbach: es sollen dünne Würfel sein, die sich nach der oktaedrischen Axe verlängert haben.

Dunkel Cochenillroth mit blutrothem Strich. Viele Krystalle scheinen stark durch, und zeigen dann Diamantglanz, und den starken Brechungsexponenten 2,849. Verräth sich gewöhnlich durch Malachit. Härte 3—4, Gew. 6.

Kupferoxydul $\dot{\overline{\mathrm{Cu}}}$ mit 88,8 Cu und 11,2 Sauerstoff. Semioxyd, H. Rose (Pogg. Ann. 120. 1) hat auch ein grünliches Quadrantoxyd $\mathrm{Cu} + \frac{1}{4}\mathrm{O}$ hergestellt. Kupferhammerschlag besteht vorzugsweise daraus, man hat es auf nassem und trockenem Wege krystallisirt bekommen (Pogg. Ann. 49. 402). Die Löthrohrflamme färbt es deutlich grün, schmilzt und reducirt sich zu Kupfer, was beim Erkalten von Kupferoxyd schwarz anläuft. Kupferoxydul gibt in der innern Flamme farblose Gläser, die erst beim Erkalten schmutzig ziegelroth werden, in der äußern dagegen smaragdgrüne von Kupferoxyd. Mit verdünnter Schwefelsäure übergossen scheidet sich Kupfer aus, ohne daß die Krystalle ihre Form verlieren

$$\dot{\overline{\mathrm{Cu}}} + \dddot{\mathrm{S}} = \mathrm{Cu} + \dot{\mathrm{Cu}}\,\dddot{\mathrm{S}},$$ Jahrb. 1865. 403.

Rothkupfererz zeigt sich häufig als Zersetzungsprodukt von gediegenem Kupfer, das beim Zerschlagen nicht selten noch unzersetzt darin steckt. Nach Wibel erzeugt es sich nicht durch unmittelbare Oxydation des Kupfers, sondern durch Reduction vorher gebildeter Oxydsalze. Man findet es nicht blos auf den verschiedensten Gruben, wo gediegen Kupfer vorkommt, sondern auch an alten Geräthschaften, die lange in der Erde begraben waren, wie z. B. den Waffen und Schmucksachen der Celten, die entweder ganz aus Kupfer oder aus Bronze bestehen. In beiden Fällen durchzieht das entstandene Rothkupfererz die Masse. Schon R. de l'Isle (Crist. III. 333) erkannte in dem Pferdefuße einer antiken Bronzestatue, welche 1777 bei Lyon ausgegraben wurde, kleine Cubo-Oktaeder. Erst aus ihm entstand der Aerugo nobilis, ganz in derselben Weise, wie am Ural die Malachite aus dem gediegenen Kupfer durch Verwitterung des Kupferoxyduls (G. Rose Reis. Ural. I. 272). Dadurch sind dann auch die schönen

Afterkrystalle mit Malachit erklärt, welche zu Chessy bei Lyon und auf den Gumeschewsk'schen Gruben am schönsten vorkommen.

Schlechter kennt man sie von der Grube Käusersteimel bei Sayn-Altenkirch auf dem Westerwalde, auch im untern Keupermergel von Heilbronn. Ringsum wie Modelle ausgebildet liegen sie im Letten oder anderm Muttergestein, sind an der Oberfläche grün, auch fasrig, bald ganz bis zum Mittelpunkte, bald aber bleibt auch noch ein innerer unzersetzter Kern. In Dünnschliffen kann man den Umwandlungsprozeß genau verfolgen, die grünen Fasern des Malachits fressen sich allmählig in die dunkele Oxydulmasse ein.

Krystallisirt oder doch blättrig krystallinisch ist das meiste. So gewinnt man es in vielen centnerschweren Blöcken am Ural, in deren innerstem Kern die hohle Druse sich findet. Schon Pallas beschreibt von dort 30 ℔ schwere Krystallstücke: Gumeschewskoi, Nischne-Tagilsk und die Turjinsker Gruben bei Bogoslowsk sind die drei Hauptpunkte. Vereinzelte Krystalle kommen am Altai vor und besonders große Drusen auf der Grube Migry (Karabach) im Kaukasus. Die Kupfergruben von Cornwallis sind längst berühmt, wo es ebenfalls gern mit gediegenem Kupfer bricht. Erst 1812 wurden die schönen Krystalle von Chessy bei Lyon gefunden. Noch später wurden die Massenfunde von Chili, Peru, Bolivia, Südaustralien ꝛc. bekannt. Auch das Banat ist reich. Auf dem Schwarzwalde kam es früher auf der Leopoldsgrube bei Rippoldsau mit gediegenem Kupfer vor. Am Vesuv zuweilen als Ueberzug schlackiger Auswürfe.

Kupferblüthe als haarförmiges Rothkupfererz bildet prachtvolle karminrothe Fasern, kurz und zart, von Haardicke, für reguläres Krystallsystem allerdings etwas sehr Ungewöhnliches. Auch glaubte Suckow (Pogg. Ann. 34. 528) bei Rheinbreitenbach ein blättriges Rhomboeder von 99° 15′ in den Endkanten nachweisen zu können. Gewöhnlich seien es aber reguläre sechsseitige Säulen mit Geradendfläche, woran das Rhomboeder die abwechselnden Endecken abstumpfen würde. Um die Rheinbreitenbacher Nadeln, welche in den obern Teufen des Ganges vorkamen, zu erkennen, darf man sie nur auf Wachs stecken, und mit der Lupe im reflectirten Lichte betrachten, sie spiegeln dann nur vier- und nicht sechs Mal. Da nun auch die schönen Haare im Brauneisenerz von Nischne-Tagilsk (G. Rose Kryst. Chem. Min. 63) deutlich verlängerte Würfel mit Oktaeder und Granatoeder sind, so hat man wenigstens bis auf weiteres keinen Grund, dieses reine haarförmige Kupferoxydul für anders als regulär krystallisirt zu halten. Moldawa, die Gruben von Cornwallis liefern Beispiele. Das Rheinbreitenbacher soll etwas Selen halten. Dichtes Rothkupfererz wird gern unrein und geht dann über in

Ziegelerz. Dasselbe hat seinen Namen von der dunkel ziegelrothen Farbe. Es kommt dicht und erdig vor, die Farbe des letztern ist höher. Chemisch besteht es aus einem Gemisch von $\ddot{\overline{\mathrm{F}}}\mathrm{e}\ \overline{\mathrm{H}}$ mit $\dot{\overline{\mathrm{C}}}\mathrm{u}$. Es hat in sofern einiges Interesse, als man häufig mit Entschiedenheit nachweisen kann, daß es lediglich ein Verwitterungsproduct des Kupferkieses sei, so zu Nanzenbach bei Dillenburg, auf der Grube Herrenseegen im

Schwarzwalde ꝛc. Kupferkies $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{u}\,\dddot{\bar{\mathrm{F}}}\mathrm{e}$ durchzieht in unzersetzten Fäden noch die Masse, es durfte nur der Schwefel durch Sauerstoff ersetzt werden um sich in $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{u}\,\ddot{\bar{\mathrm{F}}}\mathrm{e}$ umzuwandeln. Ein Theil des Kupferoxydul wurde zum Malachit verwendet, der sich auf gleichen Erzstufen findet. Kommt das Ziegelerz in Gesellschaft von Rothkupfererz vor, wie auf den Turjinsker Gruben, so scheint das Eisenoxydhydrat zum Rothkupferocher hinzugetreten zu sein.

Kupferpecherz oder Pechkupfer entsteht ebenfalls durch Zersetzung des Kupferkieses, hat aber ein ganz Pechartiges Aussehen, Pechglanz und Pechschwarz mit braunem Strich. Härte 4—5. Im Sibirischen von den Turjinsker Kupfergruben ist 12 $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{u}$, 20,6 $\dot{\bar{\mathrm{H}}}$, 17,7 $\dddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$, 49 $\dddot{\bar{\mathrm{F}}}\mathrm{e}$. Das Kupfer ist also stärker oxydirt. Ohne Zweifel entstehen zunächst Vitriole, welche durch kohlensaure Alkalien ihrer Säure beraubt werden. Auch Condurrit von der Condurra Grube in Cornwall ist augenfällig ein Zersetzungsprodukt von Kaffeebrauner Farbe, was bei Verwitterung ins Erdige übergeht. Nach Rammelsberg (Pogg. Ann. 71. 305) im Wesentlichen ein durch Arsenik, Schwefel ꝛc. verunreinigtes Kupferoxydul. Arsenige Säure durch Wasser ausziehbar. Delafossit von Katharinenburg bildet Graphitartige Blättchen mit 47,4 $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{u}$ und 48 $\dddot{\bar{\mathrm{F}}}\mathrm{e}$, Jahrb. 1873. 872. Der Taltalit von den Taltalgruben in Chili ist ein fasriges Turmalin- und Hornblendegestein, wozwischen zahlreiche rothe Flecke von Kupferoxydul und Ziegelerz eine Verhüttung ermöglichen.

Kupferschwärze (Black oxyd of Copper) nannte Werner den schwarzen erdigen Beschlag des Kupferkieses. Man findet ihn häufig, er zeigt aber neben Kupferoxyd auch Manganoxyd und Wasser. Die von Herrenseegen auf dem Schwarzwalde gibt die ausgezeichnetste Reaction von Kupferoxyd, sie muß sehr rein sein. Auch das künstliche $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{u}$ ist ein schwarzes Pulver. Uebrigens muß man es nicht mit dem blauen Kupferindig verwechseln. Nach Rammelsberg (Pogg. Ann. 80. 286) kommen in den reichen Kupfergruben am Lake Superior braunschwarze, theils sogar blättrige schwer zersprengbare Massen von 5,9 Gew. vor, die 99,4 p. C. Kupferoxyd enthalten (Melakonit). Kenngott bekam sie in regulären Krystallen (Afterkrystallen), die in himmelblaues Kieselkupfer eingewachsen waren. Jedenfalls sind die blauen und grünen Flecke mit der schwarzen Masse so innig verwachsen, daß das eine aus dem andern entstanden sein muß. Da man schon mit der Lupe erkennt, wie schwarze Risse in das Blaue eindringen, ähnlich dem Serpentinisirungsprozeß, so wird Kieselkupfer wohl das Ursprüngliche sein. Das künstliche Kupferoxyd krystallisirt nach Jenzsch 2gliedrig (Pogg. Ann. 107. 647). Interessant ist auch Semmola's

Tenorit auf Lavenauswürflingen des Vesuvs besonders an den Boccoli von 1760. Es sind starkglänzende äußerst dünne schwarze Blättchen, mit schwarzem Strich, die mit Flüssen smaragdgrüne Gläser geben. Es soll krystallisirtes reines Kupferoxyd sein (Bulletin géol. de France

1842. tom. 13. 206), und optisch zweigliedrige Eigenschaften haben (Jahrb. 1867. 716). Die Melaconisa (Roth, der Vesuv pag. 312) bildet ein schwarzes Pulver auf der Lava in der Fossa Vetrana. Erhitzt man $3\,\dot{C}u + 2\,Fe\,Cl$ mit einander, so kommt $\ddot{F}e + Cu\,Cl + Cu\,Cl$. Letztere lösen sich in heißer Salzsole, woraus Eisen das Kupfer fällt. Darauf beruht der Hunt-Douglas Prozeß, Berg. Hütt. Zeit. 1876. 257.

i) Zinkerze.

Sind bei uns zwar äußerst unbedeutend, aber Amerika hat ein interessantes Vorkommen in **Rothzinkerz** oder besser **Zinkoxyd.** Zinkit, Red oxide of Zink (Bruce Silliman Amer. Journ. 1. 86). Die rothe Farbe dankt es blos einem zufälligen Mangangehalt, Hayes meint kleinen Schuppen von Eisenglanz. 6gliedrig mit den Winkeln des Korundes pag. 365. Das natürliche findet sich zwar nur in späthigen Stücken, allein so groß, daß man eine reguläre sechsseitige Säule von 120° daraus spalten kann, so deutlich sind die 3 Blätterbrüche der Säule, und noch etwas deutlicher ist die Geradendfläche. An künstlichen sehr glänzenden Krystallen, welche sich bei verschiedenen Hüttenprozessen bilden, kommt die Säule mit Endfläche sehr schön krystallisirt vor, ihre Endkanten werden durch ein Dihexaeder $a : a : \infty a : c$ abgestumpft, und zeigen 127° 40′ in den Endkanten (23′ von r Korund abweichend), indeß stumpft das nächste stumpfere Dihexaeder $2a : a : 2a : c$ sämmtliche Endkanten ab, was beim Korund das blättrige Rhomboeder bildet. Bei den künstlichen von Vorbeck kommen auch Didodekaeder vor, Pogg. Ann. 122. 406. Das natürliche Vorkommen ist hoch morgenroth mit oraniengelbem Strich, starker Glanz mit Durchscheinenheit. Härte 4, Gew. 5,5.

Vor dem Löthrohr schmilzt es nicht, gibt aber einen deutlichen Zinkbeschlag. Nach Whitney (Pogg. Ann. 71. 169) enthält es 96,2 $\dot{Z}n$, und 3,7 Manganoxyd. Mit Franklinit pag. 750 bei Franklin und Sparta zu Sussex County in New-Yersey, zu Sterling in blättrigen Massen mit Magneteisen. Es kommt daselbst in krystallinischen Kalklagern des Laurentischen Gneuses in solchen Mengen vor, daß es zur Darstellung des Zinkes benutzt wird: nach Credner (Peterm. Geogr. Mitth. 1871. 46) werden jährlich 560,000 Ctr. Erze gewonnen, die 160,000 Ctr. Zinkweiß und 12,000 Ctr. Zink geben. Das Zink wird abdestillirt, und der Rest im Hochofen auf Eisen verschmolzen. Der weiße Beschlag auf dem Franklinit soll kohlensaures Zinkoxyd sein. Das reine Zinkoxyd ist an sich weiß, allein die künstlichen Krystalle sind auch gewöhnlich durch etwas Eisenoxydul gelb gefärbt, und erinnern durch ihren Glanz an gelbes Buntbleierz. Am häufigsten sieht man es in zolldicken Krusten als unkrystallinische gelbgrüne Masse, welche sich an den Wänden des Hochofenschachtes ansetzen (Gichtenschwamm), z. B. zu Ludwigsthal bei Tutt-

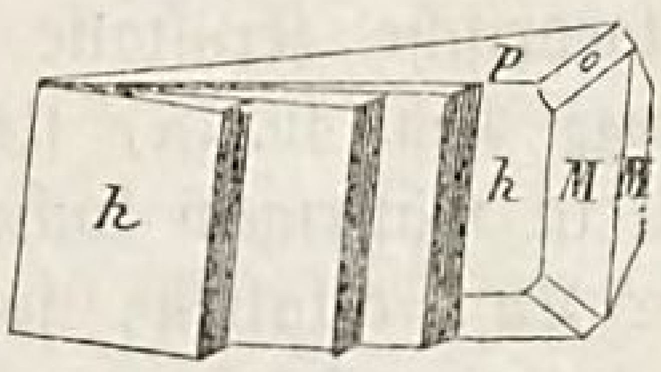
lingen. Denn das Zink findet sich in den verschmolzenen Eisenerzen sehr verbreitet.

Kadmiumoxyd bildet sich in Schlesien in Rissen schadhafter Destillationsgefässe des Zinkes in glänzend schwarzbraunen Oktaedern des regulären Systems, 8,1 Gew. (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 55. 118).

k) Antimonerze.

Sie finden sich zwar auch nur sparsam, sind aber wegen ihres Isodimorphismus mit den entsprechenden Arsenerzen von Bedeutung.

Weißspießglanz S̈b. Dieser alte Werner'sche Name ist gegenüber dem Roth- und Grauspießglanz vortrefflich gewählt, daher sollte man den umgekehrten Namen Spießglanzweiß oder Antimonblüthe nicht annehmen. Es wurde zuerst von Mongez (Journ. de Phys. 1783 pag. 66) zu Allemont als Chaux d'antimoine native bezeichnet, und weiter 1787 aus den Bleierzgruben bei Przibram von Rößler in Prag beschrieben. Klaproth (Beiträge III. 183) erkannte das reine Spießglanzoxyd darin. Antimoine oxydé. Valentinit. Exitèle.



Zweigliedrige Oblongtafeln, woran die Endfläche h sich durch starken Perlmutterglanz auszeichnet, man kann diese daher als den Hauptblätterbruch betrachten, obgleich sie sich in Blätter absondert. Die schmale Seite dieser Tafeln wird durch M = b : ½a : ∞c mit Winkeln von 136° 58′ (137. 42 Groth) zugeschärft; diese Säule zeigt zwar Blätterbrüche, aber die Faserung längs der Axe c entstellt sie sehr. Der Hauptblätterbruch h = b : ∞a : ∞c stumpft die scharfe Säulenkante gerade ab. Am langen Ende der Tafel herrscht gewöhnlich eine Endfläche c = c : ∞a : ∞b, doch gibt Mohs auch ein Paar p = c : 2b : ∞a 70° 32′ an. Selten die Oktaederflächen o = a : b : c, welche Rechtecke bilden, weil sie in der Zone M/p liegen. Die Blätter auf dem Bleiglanz von Przibram mit kleinen rothen Blendekrystallen fächern sich häufig, indem die langen Axen a der Tafeln sich unter verschiedenen Winkeln von einander entfernen. Man muß sich hüten, sie nicht mit dem dortigen Weißbleierz zu verwechseln, dem sie im Demantglanz und weißer Farbe gleichen. Allein sie haben Gypshärte, und nur 5,5 Gew. Die beiden optischen Axen liegen einander »excessivement voisins.«

Schmilzt schon im bloßen Kerzenlicht unter Bildung von schweren weißen Antimondämpfen, welche die Flamme grünlich färben. In Salzsäure leicht löslich, doch wird die Auflösung mit Wasser verdünnt milchig, weil das Wasser Sb Cl^3 theilweis wieder zu S̈b zersetzt, welches mit einem Theil des unzersetzten Antimonchlorids ein unlösliches Salz bildet. Reines Antimonoxyd mit 84,3 Sb und 15,7 Sauerstoff.

Das blättrige Weißspießglanz findet sich zu Przibram, Allemont, Sudham in Ostkanada ꝛc.; das excentrisch strahlige dagegen ausgezeichnet zu Malaczka in Ungarn und auf der neuen Hoffnung Gottes zu Bräunsdorf bei Freiberg. Hier liegt nicht selten auf einem einzigen Handstück das graue (SbS^3), weiße ($\ddot{S}b$) und rothe Spießglanz ($2\,SbS^3 + \ddot{S}b$) nebeinander.

Senarmontit, Oktaedrisches Antimonoxyd, in regulären Oktaedern von 4—5 Linien Durchmesser fand Senarmont (Ann. chim. phys. 3. ser. 31. 504) bei Oued-Hamimim in der Provinz Constantine in einem mergeligen Gestein, worin es wahrscheinlich durch giftige Quellen, wie das 2gliedrige bei Ain-el-Bebbuch abgesetzt ist. Die Oktaeder sind etwas blättrig, ihre stark lichtbrechende Kraft mit lebhaftem fettartigem Diamantglanz macht sie dem Weißbleierz ähnlich, aber sie haben nur reichlich Gypshärte und 5,3 Gew. Sie polarisiren wie Boracit das Licht, was vielleicht von eingesprengten Blättchen arseniger Säure herrührt. Vor dem Löthrohr verhält es sich vollkommen wie das 2gliedrige. Es kommt in solcher Menge vor, daß man es bergmännisch gewinnt und wie Bleiweiß zur Farbe benützt. Auch zu Perneck bei Bösing in Ungarn mit Weiß- und Rothspießglanz.

Schon lange wußte man, daß beim Saigern des Grauspießglanzes von Wolfsberg auf dem Unterharze sich neben dem 2gliedrigen auch oktaedrische Krystalle von $\ddot{S}b$ bilden (Pogg. Ann. 26. 180). Mitscherlich (Pogg. Ann. 49. 409) stellte sogar beide auf nassem Wege dar: löst man $\ddot{S}b$ in wässrigem kochendem Natron, und läßt die Sache beim Ausschluß der Luft erkalten, so erhält man zuweilen meßbare reguläre Oktaeder. Setzt man dagegen zur kochenden Auflösung von $\dot{N}a\ddot{C}$ Antimonchlorid ($SbCl^3$), so scheidet sich $\ddot{S}b$ in 2gliedrigen Säulen aus.

Spießglanzocher. Eine Werner'sche Species. Bildet strohgelbe Ueberzüge auf Grauspießglanz, das ihn leicht verräth. Zuweilen füllt er, wie zu Kremnitz und Felsöbanya, sogar die Stelle der Krystalle vollkommen aus (Stiblith), und diese unkrystallinische Masse kann sogar Apatithärte erreichen. Das Gewicht variirt von 3,7—5,3. Dem ochrigen Vorkommen scheint neben Antimoniger Säure (SbO^4) ein Wassergehalt wesentlich. Die dichten haben zwar auch Wasser, allein es scheint nicht immer nothwendig,

Bei Cervantes im Spanischen Galicien sind durch Zersetzung des Grauspießglanzes hellisabellgelbe blättrige Massen von 3—4 Härte und 4 Gew. entstanden, die aus reiner wasserfreier Antimoniger Säure $SbO^4 = SbO^3\,SbO^5$ bestehen. Zu Pereta in Toskana fand sie sich in dünnen Krystallnadeln, die Dana Cervantit nennt (Silliman Amer. Journ. 2. ser. 14. 61). In der Provinz Canstantine sollen sogar Verbindungen wie $2\,SbO^3 + 3\,SbO^5 + 15\,\dot{H}$ ꝛc. vorkommen. Sonst spielt die Antimonige- und Antimonsäure keine sonderliche Rolle; sie scheint noch in dem seltenen Romeit pag. 608 zu stecken.

1) Arsenikerze.

Sind in der Natur noch seltener als die Antimonerze, weil sie sich schon im bloßen Wasser wenn auch schwer lösen. Die künstlichen nehmen jedoch durch ihre Parallele mit den genannten die Aufmerksamkeit in Anspruch.

Arsenige Säure Äs (Weißarsenik), das unter dem Namen Rattengift wohlbekannte Ding. Man hat es auch Arsenikblüthe genannt, doch verstand Werner darunter besser den Pharmakolith pag. 581, denn die Ausblühungen der Arsenigen Säuren auf Erzgängen sind eine seltene Erscheinung, sie kommt höchstens als mehliger Beschlag oder in feinen Nadeln da vor, wo in alten Grubengebäuden gediegen Arsenik, Arsenikkies oder Speiskobalt verwittern. Cronstedt (Mineral. § 238) nannte sie Calx arsenici nativa pura, Romé de l'Isle Crist. III. 40 erwähnt die octaèdres aluminiformes, die auf den Gifthütten zu Andreasberg und in Sachsen so bekannt sind. Diese kleinen künstlichen Oktaeder haben blättrige Brüche, und gehören dem regulären System an. Weiß, durchsichtig, mit starkem Glanz, Härte 2—3, Gew. 3,6. Gesmack herbe, süßsalzig. In Kolben sublimirt sie sich stets in kleinen Oktaedern. Indeß erwähnt Wöhler (Pogg. Ann. 26. 178) eines Sublimationsproductes aus einem Kobalt-Röstofen von Schwarzenfels in Kurhessen mit Liniengroßen Krystallen von ausgezeichnetem Perlmutterglanz wie beim Strahlzeolith. Das schien mit Weißspießglanz zu stimmen. Neuerlich finden sich auf alten Römerwerken von San Domingos in Portugal Zolllange rhombische Krystalle, die durch Selbstentzündung der Erze entstanden, sie setzten sich an heißen Wänden bei 200° ab, im kalten dagegen Oktaeder, Berg. Hüttz. 1869. 216. Auf der Halsbrückner Hütte zu Freiberg kamen flächenreiche Krystalle vor, die Groth (Pogg. Ann. 137. 422) gemessen hat, Säule M/M betrug 138° 48'. Demnach sind S̈b und Äs isodimorph, mit dem Unterschiede, daß sich beim Weißspießglanz gewöhnlicher das 2gliedrige, bei der Arsenigen Säure dagegen das reguläre System ausbildet. An sich eine schwache Säure, gegen Weinstein- und Traubensäure sogar Basis. Der Dampf reducirt sich auf glühender Kohle leicht zu Arsenik.

Wenn künstliche Arsenige Säure nicht Zeit zum krystallisiren hat, so bildet sie ein Opalartiges Glas (amorphe, glasige), das nach einiger Zeit porzellanartig undurchsichtig, matt und etwas unlöslicher wird; sie steht um, d. h. sie geht aus dem unkrystallinischen Zustande in den krystallinischen über. Löst man solche unkrystallinische in verdünnter siedender Salzsäure, so setzen sich beim langsamen Erkalten Krystalle unter Lichtschein ab (H. Rose Pogg. Ann. 35. 481). Der Lichtschein findet nicht statt, wenn man zur Lösung krystallinische nimmt. Daher bleiben auch die Krystalle durchsichtig und glänzend. Merkwürdig sind die Arsenikesser in Steiermark (Journ. prakt. Chem. 1861. 82. 106), welche Stücke von

Erbsengröße ($5\frac{1}{2}$ Gran) genießen, fett werden, allmälig aber doch wie Branntweintrinker herunterkommen.

Ocher.

Unter *ὤχρα* verstanden schon Griechen und Römer erdige Producte, besonders Brauneisenocher pag. 768. Ochra nativa sive Sil, Berggeel oder schmilin Agricola 706. Nach Henkel Pyritologia 712 bedeutet es „nach unserer Materialisten Verstande niemals was anders, als eine gegrabene gelbe Erde.“ Wallerius definirt Ocher allgemein als *terrae metallicae*, in diesem Sinne wird es heute genommen. Es sind erdige Beschläge, Zersetzungsproducte oxydischer Erze, wovon wir die meisten an der betreffenden Stelle angeführt haben. Man schreibt auch Ocker.

Eisenerze geben gelbe und rothe Ocher, jenes das Hydrat, dieses das reine Oxyd.

Manganerze geben schwarze Ocher, weil der gewöhnliche höchste Oxydationszustand, Mangansuperoxyd $\ddot{Mn}$, schwarz ist. Wenn solche kobalthaltig werden, heißen sie

Schwarzer Erdkobalt. Als Muster gilt der von Saalfeld. Derselbe kommt in derben Massen vor, hat die Consistenz des trocknen plastischen Thons, bläulich schwarz mit einem glänzenden Strich, der an dichten Graphit erinnert. Rammelsberg wies darin 40 $\dot{Mn}$ nebst 9,5 Sauerstoff, 19,4 $\dot{Co}$, 4,3 $\dot{Cu}$, 21 $\dot{\bar{H}}$ nach, und hält ihn deßhalb für ($\dot{Co}$, $\dot{Cu}$) $\ddot{Mn}^2 + 4\,\dot{\bar{H}}$. Das Kupfermanganerz von Kamsdorf (Pogg. Ann. 54. 547) sieht auch bläulich schwarz aus, bildet öfter kleine traubige Ueberzüge, hält bis 14,6 $\dot{Cu}$, und soll $\dot{R}\,\ddot{Mn}^2 + 2\,\dot{\bar{H}}$ sein. Der Schwarzwälder schwarze Erdkobalt auf Silbergängen mit Schwerspath ist ein Verwitterungsproduct des dortigen Speiskobaltes, und daher stark arsenikhaltig bei wenig Mangan. Manche halten etwas Lithion, Lithiophorit pag. 774. Werner unterschied auch einen braunen und gelben Erdkobalt, was nur unreine Gemenge sind, namentlich mit wasserhaltigem Arseniksaurem Eisenoxyd. Unter andern kamen sie auch auf Grube Wolfgang bei Alpirsbach zum Vorschein, sie gaben sogar ungeröstet vortreffliche Smalte. Den rothen Erdkobalt haben wir pag. 580 genannt.

Chromocher von Creuzot bei Autun ist ein durch $\bar{Cr}$ blaß apfelgrün gefärbtes Thongestein, was als Bindemittel von Quarz dient, es werden an 13 p. C. Chromoxyd darin gefunden. Wolchonskoit pag. 462 von Oschansk Gouv. Perm ist ein krautgrüner Thon, der an 34 p. C. $\bar{Cr}$ enthalten kann. Zwischen den Fingern gerieben wird er wie Bol glänzend, und dient als Farbe. Werner verstand unter Chromocker fälschlich das verwitterte Nadelerz.

Bleiocher, Oxydationszustand des Bleis, findet sich häufig auf Gängen, wo Bleiglanz in salinische Erze verwandelt worden ist. Am häufigsten der gelbe Bleiocher $\dot{Pb}$, ein blaßgelbes Mehl, was die Drusen von Weisbleierz zu Freiberg, Hausbaden rc. bepudert. Wenn

man es mit Gummi in der Hand anmacht, damit es auf der Kohle festliege, so bekommt man sogleich kleine Bleireguli und einen gelben Bleibeschlag. Die künstliche Bleiglätte krystallisirt in gelben und rothen rhombischen Tafeln des zweigliedrigen Systems (Pogg. Ann. 49. 403). Ulrich (Sitzungsber. Wien Akad. 1858. XXVIII. 17) erwähnt auch pentagonale Polyeder. Soll sich in Mexicanischen Vulkanen erzeugen. Seltener ist die Mennige $\dot{P}b^2\ddot{P}b$ von hoch morgenrother Farbe. Sie kommt auf alten Halden einer verlassenen Bleigrube zu Bleialf bei Trier vor, kann hier aber Kunstprodukt sein. Schlangenberg, Insel Anglesea, Badenweiler in Baden ꝛc. werden angegeben. Gewöhnlich als Ocher. Bleisuperoxyd $\ddot{P}b$ (Plattnerit) kommt in kleinen sechsseitigen Tafeln des sechsgliedrigen Systems von 9,4 Gew. und Diamantglanz zu Leadhills in Schottland vor.

Wismuthocher $\overset{\dots}{\overline{Bi}}$ mit 89,8 Bi findet sich als gelbgrüner Beschlag auf gediegenem Wismuth, besonders schön zu Johann-Georgenstadt. Manchmal wird die Masse kohlensauer, wie die grüngelben Nadeln im Thoneisenstein von Ullersreuth (Fürstenthum Reuß), die Afterkrystalle von Schwefelwismuth sein sollen pag. 529. Hermann's Karelinit von der Grube Sawodinsk am Altai ist ein derbes Oxysulphuret $\overset{\dots}{\overline{Bi}}\,\overset{\prime}{Bi}$.

Tellurocher $\ddot{T}e$ soll in kleinen gelblichweißen Halbkugeln zu Facebay mit Tellur vorkommen.

Molybdänocher $\dddot{M}o$ als schwefelgelbes Pulver mit Schwefel-Molybdän, Linnas in Smaland ꝛc. Vanadinocher $\dddot{V}$ soll auf gediegenem Kupfer am Obernsee liegen.

Wolframocher pag. 793, Uranocher pag. 801, Ziegelerz pag. 804 ꝛc. haben wir schon oben erwähnt. Hypochlorit (Grüneisenerde) bildet erdige zeisiggrüne Beschläge auf Quarz mit gediegenem Wismuth zu Schneeberg. Nach Schüler 50 Kieselerde, 14,6 Thonerde, 13 Wismuthoxyd, 10,5 Eisenoxydul, 9,6 Phosphorsäure. Verhärtet erinnern sie lebhaft an Chloropal pag. 257, wie zu Ullersreuth, Schindelloh in der Oberpfalz, Bodin bei Neusohl. Vergleiche Frenzel Jahrb. 1872. 220.

Fünfte Klasse.

Geschwefelte Metalle.

Diese letzte Classe ist in Hinsicht auf Mannigfaltigkeit der Verbindungen den Silicaten an die Seite zu stellen. Sauerstoff fehlt ganz, an seine Stelle tritt vorzugsweise Schwefel, welchen man durch einen über die Symbole gestellten Strich bezeichnet pag. 173. Statt des Schwefels können nun zwar auch Selen, Arsenik, Antimon, Tellur auftreten, allein diese Selenete, Arseniete, Antimoniete, Tellurete rc. sind ungleich seltener als die Sulphurete, daher durfte man wohl nach dem Schwefel vorzugsweise den Namen der Klasse bezeichnen. Zum Selen hat die Spectralanalyse noch Thallium gefügt, nach seiner grünen Linie im Spectrum genannt (θαλλός).

Was die Sulphobasen ($\dot{\text{Fe}}$, $\dot{\text{Zn}}$, $\dot{\text{Pb}}$, $\dot{\text{Ȼu}}$, $\dot{\text{Ag}}$ rc.) und Sulphosäuren ($\dddot{\text{Ꞩb}}$, $\dddot{\text{Ⱥs}}$, $\dddot{\text{Ƀi}}$ rc.) betrifft, so richten sie sich genau nach den entsprechenden Sauerstoffverbindungen, jedoch treten schon die einfachen (binären) viel leichter selbständig auf, als das bei den einfachen Sauerstoffverbindungen der Fall ist. Man könnte darnach versucht sein, die Verbindungen in zwei Gruppen zu bringen.

1) Einfach binäre: $\dot{\text{Ȼu}}$, $\dot{\text{Pb}}$, $\dot{\text{Zn}}$, $\ddot{\text{Fe}}$, $\dddot{\text{Ꞩb}}$, Pb Se, Ni As, Ni Sb rc.

2) Doppelt binäre: Co S^2 + Co As^2, $\dot{\text{Ȼu}}\,\dddot{\text{Ꞙe}}$, $\dot{\text{Ag}}^3\,\dddot{\text{Ꞩb}}$, $\dot{\text{R}}^4\,\dddot{\text{Ɍ}}$.

Allein beide sind einander so ähnlich, daß die Eintheilung naturhistorisch nicht gerechtfertigt scheint. Es dürfte daher auch hier, wie bei den oxydischen Erzen, angemessener sein, sie nach ihrem wichtigsten Metalle zu gruppiren.

Geschwefelte Metalle spielen besonders in den untern Teufen der Erzgänge eine Rolle, wo sie der wichtigste Gegenstand des Bergbaues sind. Die gewöhnlichen findet man auch eingesprengt im Flözgebirge, wo besonders der Bitumengehalt nicht blos zu ihrer Bildung, sondern auch zu ihrer Erhaltung beigetragen hat. Münzen im Meere nehmen noch heute Schwefel auf, in Folge von Reduction der Schwefelsäure durch organische Materie; während in Gängen umgekehrt die Schwefelerze von oben herein sich zersetzen, der Gang bekommt einen „eisernen Hut" von oxydischen und salinischen Erzen aller Art.

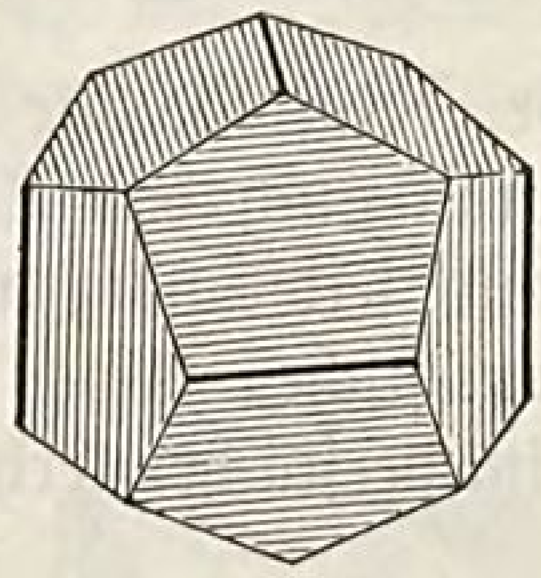
Eisenerze.

Das Eisen vorzüglich mit Schwefel, seltener mit Arsenik verbunden. Sie gehören zu den gemeinsten, aber auch zu den schönsten. Das Eisen darin kann erst in neuern Zeiten verwerthet werden, dagegen schon längst der Schwefel und das Arsenik.

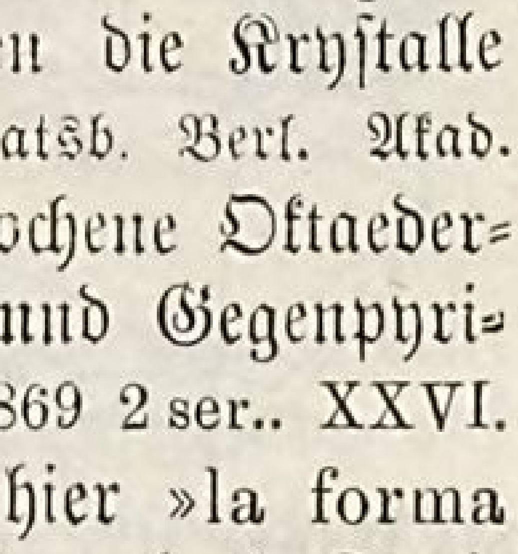
1. Schwefelkies $\ddot{F}e$.

Der Schwefel ist darin wichtiger als das Eisen, daher der Name Eisenkies nicht so gut. Von Plinius 36. 30 unter Pyrites (πυρίτης) begriffen, und weil er starke Funken mit dem Stahle gibt, auch Feuerstein genannt. Er verdrängte als „Karabinerstein" die Luntenschlösser, bis Feuerstein (Flint) und endlich Zündkapseln an die Stelle traten. Schlechthin Kies, weil er unter den Kiesen der gemeinste ist. Das Wort Kisus gebraucht schon Agricola 689 für den Reichensteiner Arsenikkies. Fer sulfuré, Marcasites der Araber. Inca-Spiegel, weil man sie geschliffen in den Gräbern der Inca von Mexico findet. Für Schwefelkiespendel als Wünschelruthe haben sich noch in unserm Jahrhundert Philosophen (Baader, Schelling) begeistert.

Pyritoedrische Krystallisation pag. 76, wie Glanzkobalt. Pyritoeder $p = a : \frac{1}{2}a : \infty a$ mit 126° 52' in den 6 Würfelkanten und 113° 34' 41" in den 24 Würfeleckenkanten am gewöhnlichsten. Auf Elba 6" Durchmesser. Flächen gewöhnlich parallel den Würfelkanten (horizontal), auf Elba zuweilen auch vertical gestreift. Man nahm es früher für das Platonische Dodekaeder, erst Hauy erkannte das Richtige. Berührt man mit den Kupferdrähten des Galvanometer irgend eine Fläche, so weicht beim Erwärmen des einen Drahts die Magnetnadel zur rechten oder zur linken ab. Darnach zerfallen die Krystalle in Gruppen erster (+) und zweiter (—) Stellung (Monatsb. Berl. Akad. 1870. 327). Schon Hauy kannte Leucitoeder, deren gebrochene Oktaederkanten sämmtlich abgestumpft waren, so daß Pyritoeder und Gegenpyritoeder vorhanden sind. Strüver (Mem. Acc. Sc. Turino 1869 2 ser.. XXVI. fig. 110) hat beide von Brosso abgebildet, doch ist auch hier »la forma inversa più rara«. Die Leucitoederflächen pflegen darauf verticale Streifungen in der Richtung der Medianlinie zu erzeugen.



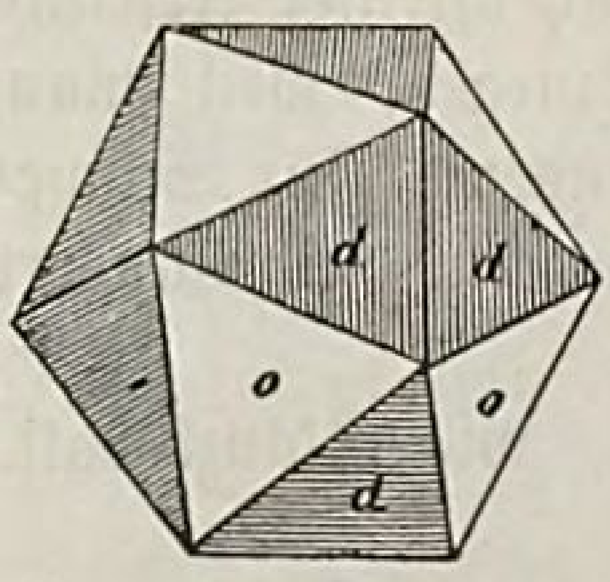
Würfel $a : \infty a : \infty a$ ebenfalls parallel seinen Kanten gestreift, so daß auf je einen Parallelraum eine Streifenrichtung fällt. Die Streifen correspondiren mit den horizontalen am Pyritoeder. Schon Steno (Grundriß Kryst. pag. 4) lenkte darauf die Aufmerksamkeit. Es kommen auch unter diesen + und — vor, letztere die seltnern sind weniger gestreift und haben quadratische Eindrücke, deren



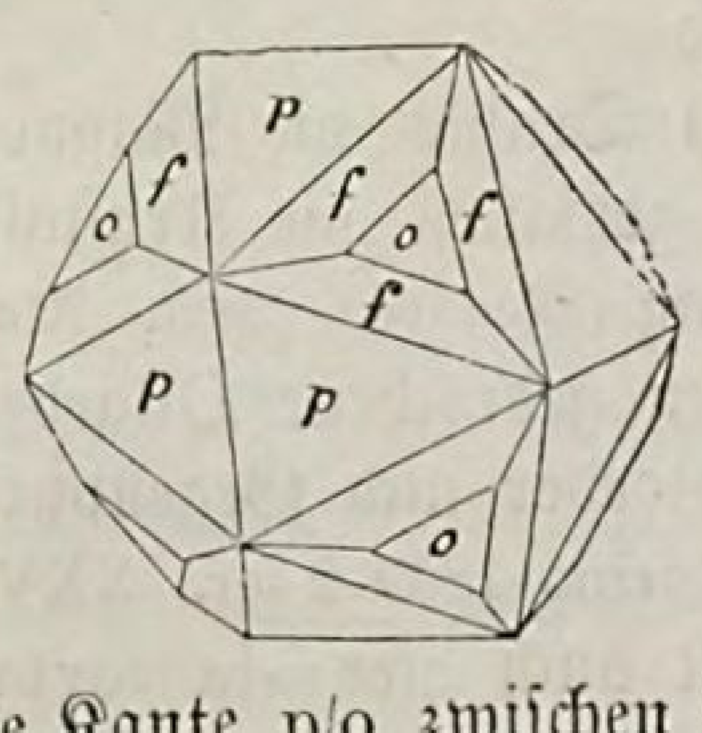
Seiten den Diagonalen des Würfels parallel gehen (Traversella, Strüver l. c. fig. 174); während die gleichen Eindrücke bei den + nach den Kanten des Würfels orientirt sind. Beide Pyritoeder und Würfel treten nicht blos aneinander auf, sondern finden sich auch selbständig um und um krystallisirt, eingesprengt in Schieferthon und Mergel.

Oktaeder o = a : a : a (Gr. Allmerode), mit untergeordnetem Pyritoeder findet es sich in den Alpen und zwar + und —: die positiven haben dreieckige Eindrücke von derselben Lage wie die Oktaederdreiecke; die negativen dagegen Dreiecke von entgegengesetzter Lage, wie bei Diamanten pag. 193. a. Oktaeder stumpfen gar häufig die Ecken der Würfel ab, solche Cubooktaeder, im Lias gewöhnlich, waren schon dem Camerarius 1712 (Eph. Nat. Cur. Cent. III. pag. 18) von Boll bekannt. Wenn das Oktaeder am Pyritoeder mit den Pyritoederflächen ins Gleichgewicht tritt, so entsteht das sogenannte

Icosaeder mit 12 + 8 Flächen: die 8 dem Oktaeder o angehörigen

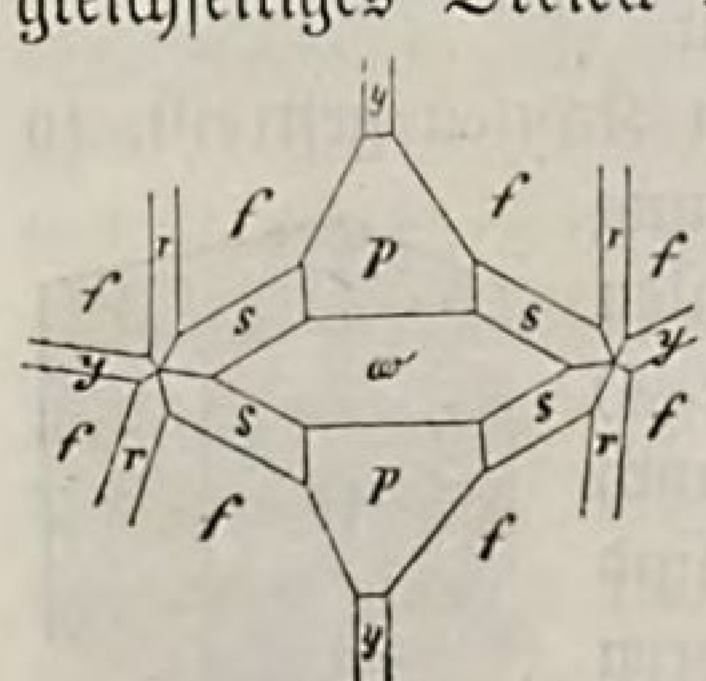


bilden leicht erkennbare gleichseitige Dreiecke, die 12 Pyritoederflächen d dagegen gleichschenklige, die parallel ihrer Basis gestreift zu sein pflegen. Das Granatoeder a : a : ∞a stumpft die 2 + 1kantigen Ecken am Pyritoeder ab, und kommt im Banat, Piemont, Chichiliane im Isère Dép., Pfitschthal, in der Wälderkohle von Bölhorst bei Minden ꝛc. auch selbständig vor. Im Banate bilden sogar Würfel und Granatoeder 18 Rechtecke, woran auch das Leucitoeder a : a : ½a nicht fehlt. Letzteres gibt bereits Hauy selbständig aus einem Talkschiefer von Corsica an. In den Piemontesischen Alpen kommen Leucitoidflächen vor, die sich kaum über den Oktaederflächen erheben, aber durch eine ganz bestimmte Streifung angedeutet werden. Wenn das Oktaeder herrscht, so



findet man auch zuweilen Andeutungen von Zuschärfungen der Kanten, die einem Pyramidenoktaeder a : a : 2a angehören.

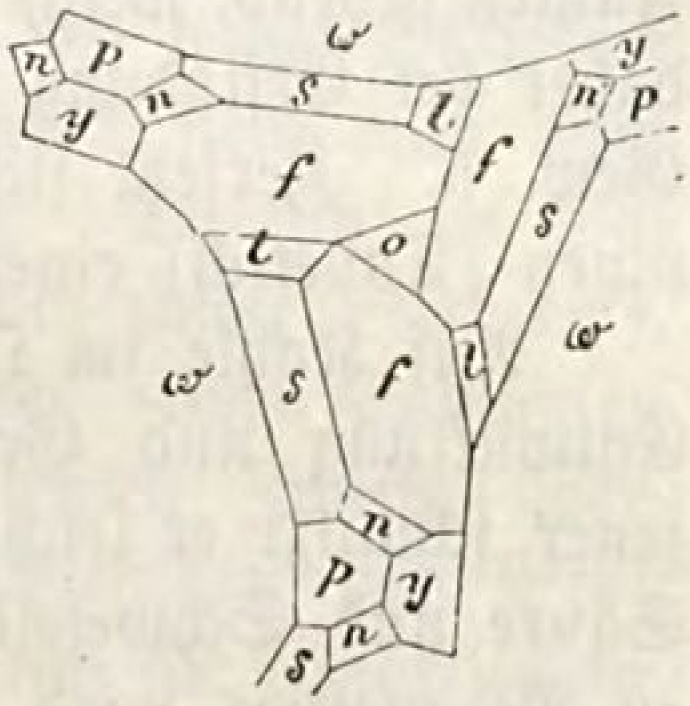
Das gebrochene Pyritoeder (Diploeder) f = a : ½a : ⅓a, gewöhnlich positiv, spielt besonders an den schönen Krystallen von Elba und Traversella eine Hauptrolle, es stumpft die Kante p/o zwischen Pyritoeder und Oktaeder ab, und da letzteres ein gleichseitiges Dreieck bildet, so findet man sich leicht zurecht. Zuweilen



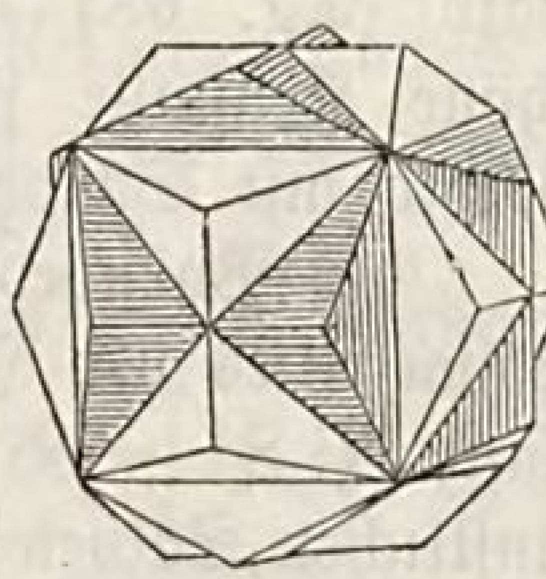
ist es sogar selbständig (Traversella). Die von Brosso in Piemont zeigen ein gebrochenes Pyritoeder aus der Diagonalzone vom gewöhnlichen Pyritoeder p, und da es zugleich die Kante zwischen Oktaeder und Würfel abstumpft, so ist sein Ausdruck s = a : ½a : ¼a, es soll für die negativen Krystalle charakteristisch sein. Unter p liegt noch ein Pyritoeder y = a : ⅗a : ∞a die Mediankanten, und ein gebro=

chenes Pyritoeder r = $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{4}$a : $\frac{1}{5}$a die Würfeleckenkanten abstumpfend. Letzteres fällt zugleich noch in die Diagonalzone des Oktaeders. Sämmtliche Flächenausdrücke folgen aus den Zonen. Wenn zum Diploeder blos der Würfel tritt, so entsteht das Hauy'sche (Min. IV. 95) Triacontaeder mit 6 Rhomben und 24 Trapezoiden.

Es werden unter den Pyritoedern noch andere unwahrscheinlichere Ausdrücke aufgeführt $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{7}$a : ∞a ; $\frac{1}{9}$a : $\frac{1}{11}$a : ∞a ꝛc. Der flächenreichste Körper ist jedoch die Var. parallélique von Petorka in Peru (Hauy Traité Minér. IV. 57): es herrscht daran Würfel w vor. Das kleine gleichseitige Dreieck o gehört dem Oktaeder, und die Kante zwischen Oktaeder und Würfel stumpft das vollflächige Leucitoeder l = 2a : 2a : a ab. Alle andern Flächen sind hemiedrisch: p = a : 2a : ∞a stumpft die gebrochene Oktaederkante des Leucitoeders ab. In seiner Diagonalzone liegen die gebrochenen Pyritoeder s = a : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{4}$a = a : 2a : 4a und f = a : 2a : $\frac{2}{3}$a = $\frac{1}{2}$a : a : $\frac{1}{3}$a, folglich p s l f s w der Reihe nach in einer Zone; y = a : $\frac{3}{2}$a : ∞a stumpft die Mediankante f/f ab. Endlich noch die kleine Fläche n = a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{5}$a, sie liegt in der Zone p/t aber nicht in der Zone s/y, sonst würde sie $\frac{1}{7}$a : $\frac{1}{4}$a haben. Es ist dieses der aus der Deduction so wohl bekannte Körper (Methode der Krystallographie pag. 66). Strüver l. c. pag. 6 führt 48 verschiedene Symbole auf, worunter Ausdrücke wie 10.6.1, 10.8.7, 11.5.2, 16.6.3 ꝛc. zu den complicirtesten gehören.



Zwillinge des Eisernen Kreuzes (Weiß, Magazin Berl. Gesellsch. Naturforschender Freunde VIII. 24) aus dem Keupermergel von Blotho bei Preußisch Minden, hatte schon R. de l'Isle (Essai 306) Croix de Malthe genannt. Zwei Pyritoeder p = a : $\frac{1}{2}$a : ∞a durchwachsen einander vollständig, so daß die Würfelkanten sich rechtwinklig kreuzen, welche Kreuzung mit dem Preußischen Orden des eisernen Kreuzes Aehnlichkeit hat. Der gemeinsame Kern beider ist dann wieder der ursprüngliche Pyramidenwürfel. Das ganze kann man als einen Pyramiden-Pyramidenwürfel betrachten, indem bei der Vollkommenheit der Durchwachsung auf jeder Pyramidenwürfelfläche nochmals eine 2 + 1flächige Pyramide entsteht. Auch die Elbaer complicirtern Krystalle durchkreuzen sich auf gleiche Weise, namentlich schön bei Traversella (Sella, Mem. Accad. Torino 1856 XVII tab. 8), Dana (Mineralogie 5. ed. pag. 62) bildet sie von Schohary in New-York ab. Hier würde man nun erwarten, daß ein positives Individuum sich mit einem negativen verbunden hätte, allein das ist nicht der Fall, sondern die Individuen sind entweder beide negativ — (Blotho) oder beide positiv + (Elba). Dagegen kommen in Italien scheinbar einfache, aber gefleckte Krystalle vor, die unerwarteter Weise aus +



und — Masse bestehen, sich daher parallel und nicht in Zwillingsstellung durchdrungen haben.

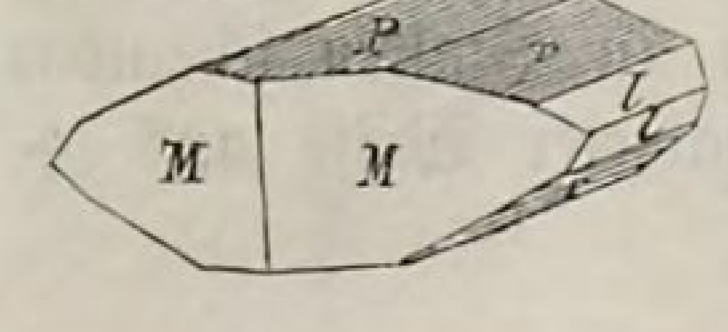
Blätterbruch nach Würfel und Oktaeder ist sehr versteckt. Farbe speisgelb (zwischen metallischem Gelb und Grau), mit ausgezeichnetem Metallglanz, aber häufig durch eingetretene Zersetzung angelaufen. Opak. Bräunlichschwarzer Strich. Nicht magnetisch. Härte 6, aber dennoch starke Funken gebend, welche von dem verbrennenden Schwefel herrühren. Konnte daher bei Erfindung der Schießgewehre als Büchsenstein benutzt werden. Gew. 5. Zersetzt sich leicht zu Brauneisenstein (Göthit), wobei die alpinen (Tavetsch) einen besonders schönen braunen Glanz annehmen.

Auf Kohle im Oxydationsfeuer brennt er mit blauer Flamme, unter Entwicklung und Geruch von schwefliger Säure ($\ddot{S}$). Im Reductionsfeuer schmilzt er leicht zu einer magnetischen Kugel, es entweicht schweflige Säure und Schwefeldampf, da er die Hälfte seines Schwefels abgibt und zu Magnetkies wird, der bei fortgesetztem Rösten endlich in Eisenoxyd übergeht. Im Kolben gibt er Schwefel ab, und große Haufen einmal angezündet brennen fort. Man kann ihn daher zur Gewinnung von Schwefel benutzen, der eine oraniengelbe Farbe hat, die von einem kleinen Thalliumgehalt herrühren soll. Salzsäure greift ihn nicht an, wohl aber Salpetersäure unter Ausscheidung von Schwefel. Doppelt Schwefeleisen mit 45,7 Fe und 54,3 S. Eine Analyse von Berzelius gab 53,9 Schwefel. Spuren von Selen, Arsenik, Kupfer. Auch Silber und Gold veredeln ihn. Schon Plinius 37. 54 spricht von einem Mineral Amphitane auro similis quadrata figura, das in Indien mit Gold vorkomme, und wohl unser Mineral sein könnte. Die Schwefelkiese von Beresowsk, Marmato pag. 681 enthalten gediegen Gold eingesprengt. Fundorte für schöne Krystalle sind Elba mit Eisenglanz, Traversella mit Dolomit, Brosso mit Schwerspath, Waldenstein in Kärnthen mit Eisenglimmer rc.

Zur Pyritoedrischen Formation gehören in der Natur außer dem Schwefelkies der Hauerit $Mn\,S^2$, Glanzkobalt $Co\,S^2 + Co\,As^2$, Nickelglanz $Ni\,S^2 + Ni\,As^2$, Nickelantimonglanz $Ni\,S^2 + Ni\,Sb^2$. Auch beim künstlichen Salpetersauren Blei pag. 634 kann man das Pyritoeder schön beobachten.

Binarkies $\ddot{Fe}$ Weiß.

2gliedriger Schwefelkies. Werner's Spär- und Kammkies, Hausmann's Wasserkies. Lange mit Schwefelkies verwechselt, bis Hauy die Form Namens fer sulfuré blanc richtig erkannte. Haidinger will ihn unter dem arabischen Worte Marcasit (Henkel Pyritol. 87) begreifen, weil er leichter verwittere als Schwefelkies.



M = a : b : ∞c 106° 2′ (Phillips). Auf die scharfe Säulenkante das Paar r = b : ½c : ∞a gerade aufgesetzt, welches parallel der kurzen Säulenaxe a so stark gestreift ist, daß es sich gewölbt

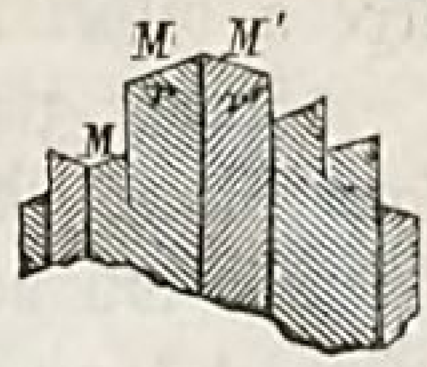
in der Geradendfläche $P = c : \infty a : \infty b$ allmälig verliert. Darunter liegt jedoch eine schärfer meßbare Fläche $l = b : c : \infty a$ in Axe b 100^0 bildend. Daraus folgt

$$a : b = 0{,}6323 : 0{,}839 = \sqrt{0{,}3998} : \sqrt{0{,}7041}.$$

$$lga = 9{,}80093,\ lgb = 9{,}92381.$$

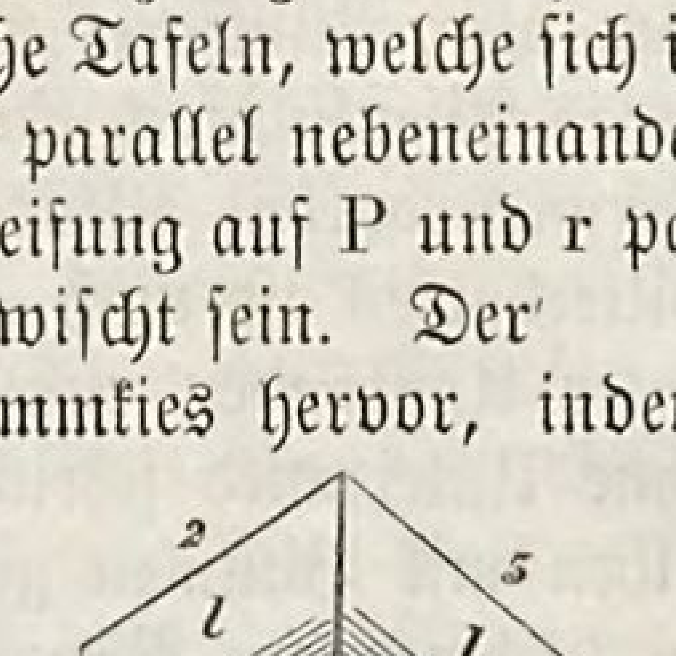
Undeutlicher und seltener ist das auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzte Paar $g = a : c : \infty b$ $115^0\ 30'$ in Axe a. Auch die kleine Oktaederfläche $o = a : b : c$ in der Diagonalzone von g und l sieht man öfter bei denen aus dem Böhmischen Braunkohlengebirge. Da sich im Oblongoktaeder g/l unter $110^0\ 5'$ schneiden (nach Hauy unter $110^0\ 48'$), so könnte dieses mit dem regulären Oktaeder vermöge seiner Endkanten verwechselt werden, allein die Seitenkanten lassen keinen Zweifel über. Hauy sah die regulären Oktaeder aus dem Braunkohlenthon von Groß Allmerode in Hessen, weil sie so stark verwittern, fälschlich für Binarkies an. Da diese bestimmt Schwefelkies sind, so wird der Binarkies meist in

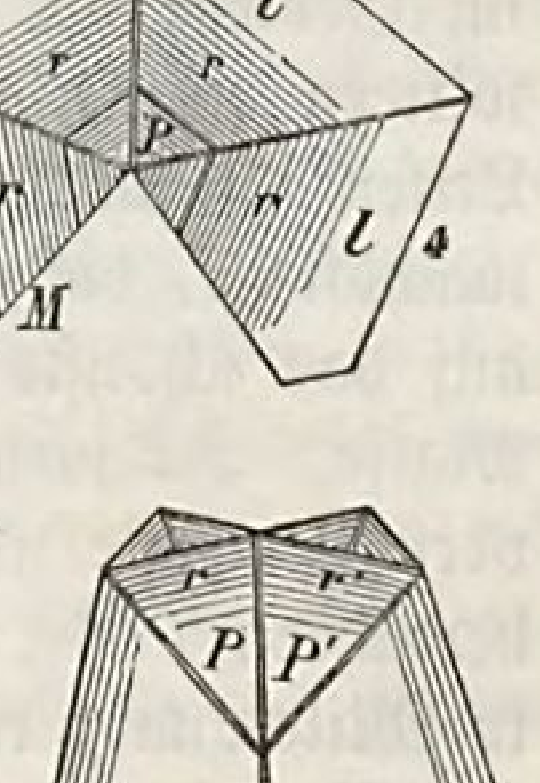
Zwillingen angetroffen: Krystalle haben Säule M gemein und liegen umgekehrt. Nach der Art der Ausdehnung entsteht aber ein verschiedenes Aussehen. An Werner's



Kammkies, Pyrites en crête de Coq de l'Isle Essai 308, der besonders auf Bleierzgängen zu Clausthal und Zellerfeld auf dem Oberharz, Przibram, Freiberg, Derbyshire ꝛc. bricht, herrschen die verschmälerten Säulenflächen M, und stehen eckig mit ihrem scharfen Winkel hinaus. Da sich nun häufig die Flächen runden und zackig wiederholen, so entstehen nicht selten auffallend Hahnenkammähnliche Tafeln, welche sich in senkrechten Platten erheben. Die Zwillingsgrenze der parallel nebeneinander gelagerten Individuen wird besonders durch die Streifung auf P und r parallel der Axe a markirt, doch kann sie auch ganz verwischt sein. Der

Spärkies geht auf Erzgängen aus dem Kammkies hervor, indem die Säulenflächen durch Ausdehnung der Paare l und r gänzlich verdrängt werden. Es entsteht dann durch $l^1 r^1 l^2 r^2$ die Spärspitze, welche durch das Auftreten von M zweispitzig wird. Am schönsten kommen dieselben im Böhmischen Braunkohlengebirge (Littmitz und Altsattel) zusammen mit Schwefelkiespyritoedern vor; hier legen sich meist Vierlinge im Kreise aneinander, so daß drei Spärspitzen entstehen. Solche Vierlinge wiederholen sich in langen Reihen parallel hintereinander. Da $4 . 74^0 = 296^0$ machen, so blieben für ein etwaiges 5tes Individuum nur noch 64^0 Platz, was sich daher nicht vollständig ausbilden kann. Sonderbarer Weise kreuzen sich solche Böhmische Vierlingstafeln abermals zu je zwei, und zwar sollen sie nach Mohs eine Fläche $g = a : c : \infty b$ gemein haben und umgekehrt liegen. Da sämmtliche





Geradendflächen der Vierlinge einspiegeln, so schneiden sie sich unter 115° 30′, dem Säulenwinkel des Paares g/g. Von den Vierlingsindividuen kann natürlich nur jederseits eines sich in dieser Zwillingsstellung befinden: und zwar diejenigen, deren Kanten l/l sich ebenfalls unter 115° 30′ schneiden und folglich in eine Ebene fallen, die senkrecht gegen die Zwillingsebene steht (in unserer Figur die obern P und P′). Gerade das Fallen der Kanten in eine solche Ebene liefert den wichtigsten Beweis für die Richtigkeit des Gesetzes. Das Zusammenvorkommen mit Schwefelkies ist merkwürdig, wie zu Tavistock unter Childrenit; in der Kreide von Wollin waren sie sogar Gegenstand des Bergbau's. Ausgezeichnet in den grauen Mergeln des Gault von Folkestone. Nur ein einziges Mal bekam ich ein Stück aus unserm schwäbischen Weißen Jurakalk mit vielen frischen und deutlichen Krystallen, zum Zeichen, daß sie da sind, und vielleicht sogar in Masse.

Hahnenkämme entstehen auch durch Mißbildung der Säulen M/M mit der Geradendfläche P, indem sämmtliche Flächen sich krümmen, die Säulen mit ihren stumpfen Kanten parallel an einander wachsen und die scharfen Winkel zackig herausstellen. Die Streifung auf P parallel der Axe a bildet dann nicht selten bogenförmige Linien.

Farbe zwar auch speisgelb, aber etwas grauer, daher fer sulfuré blanc oder White iron pyrites, wie man an den Böhmischen leicht erkennt, wo der gelbere Schwefelkies unmittelbar darauf liegt. Härte 7, Gew. 4,7—4,88. Folglich ein wenig leichter als Schwefelkies.

Die Analyse von Berzelius gab 53,3 Schwefel, 45 Eisen, 0,7 Mangan, also Bisulfuret wie beim Schwefelkies, nur meint man, daß ihm etwas Eisensulfuret Fe S beigemischt sein könnte, wodurch sich die leichtere Verwitterbarkeit erklären ließe. Allein diese vermeintliche leichtere Verwitterbarkeit ist noch gar nicht sicher erwiesen. Schwefelkies verwittert unter Umständen mindestens eben so leicht. Die Verwitterung beider ohne Unterschied scheint hauptsächlich dann Statt zu haben, wenn dieselben mit Bitumen gemengt sind, oder wenn ihr feinvertheilter Zustand im Gebirge der Verwitterung mehr Angriffspunkte gibt. So z. B. verwittern die Oktaeder im tertiären Thon von Groß Allmerode oder in der Lettenkohle des weißen Keuper meist an ihrer strahligen unreinen Anwachsstelle, die compacten Oktaeder selbst liegen lange unangegriffen und auf das schönste glänzend zwischen der mit Eisenvitriol überschwängerten Masse. Ja wenn man die Oktaeder sorgfältig ausliest und reinigt, so verwittern sie nicht weiter, und lassen sich wie andere Schwefelkiese aufbewahren. Bei Pöllnitz kommt ein sehr rein aussehender Schwefelkies in Milchquarz eingesprengt vor, welcher eine solche auffallende Neigung zur Verwitterung zeigt, daß man fast das Mitvorkommen des Quarzes als Grund nehmen möchte. Bei der Verwitterung bildet sich Eisenvitriol, auf welchem ein gelbes Mehl von basisch schwefelsaurem Eisenoxyd liegt, das an erdigen Misy pag. 649 erinnert. Man darf dieß gelbe Mehl nicht mit Schwefel verwechseln. Aus dem Eisenvitriol erzeugt sich Braun-

eisenstein pag. 764: indem Eisenoxydul durch Oxydation in die schwächere Basis $\dot{\ddot{F}}e$ übergeht, wird die Schwefelsäure leicht von stärkern Basen (namentlich $\dot{C}a$) angezogen, und $\dot{\ddot{F}}e\,\dot{H}$ muß zurückbleiben. Daher findet man den Verwitterungsprozeß so gern von kleinen Gypskrystallen begleitet. Die verkiesten Petrefakten im Flözgebirge geben dafür den besten Beweis: frisch gegraben sind sie gelb, nach wenigen Tagen an der Luft fangen sie schon an zu rosten. Schon Agricola (de nat. foss. V. 610) weiß uns davon aus der Hildesheimer Gegend zu erzählen, indem er über das Ammonshorn sagt: ubi in terra aluminosa reperitur, aureo colore splendet: ubi in alterius generis terra, ferreo. Es kommen ganze Schichten vor, wo einem alles von Schwefeleisen Gebildete noch in der Sammlung zerfällt, nur im Wasser kann man es mit Mühe aufbewahren; während anderes ganz von gleichem Ansehen sich immer frisch hält. Und beides ist **derselbe** Schwefelkies. Nach Berzelius soll sich beim Verwittern auch Schwefel ausscheiden können, und G. Rose (Reise Ural I. 214) nimmt bei den bekannten Afterkrystallen im Quarz der Goldgruben von Beresowsk an, daß 2 Atome Schwefelkies durch 3 Atome Wasser ($Fe^2 S^4 + H^3 O^3$) in 1 Atom Eisenoxyd $\ddot{F}e$, 3 Schwefelwasserstoff 3 H S und 1 Schwefel zerlegt wären. Der Schwefel sitze noch in dem zelligen Quarze, und das Eisenoxyd habe sich mit Wasser zu Hydrat verbunden. Wenn dieser Prozeß überhaupt vorkommt, so ist er wenigstens ungewöhnlich.

Benutzung des Schwefel- und Binarkieses beruht hauptsächlich auf ihrer leichten Verwitterbarkeit. Denn häufig in thonigen Gesteinen feinvertheilt liegend erzeugen sie Vitriolschiefer, aus welchem man Eisenvitriol, und Alaunschiefer, aus welchem man Alaun gewinnen kann. Das Uebergangsgebirge (Andrarum in Norwegen), die Lettenkohle (Gaildorf in Württemberg), der untere Jura (Whitby), besonders aber das Braunkohlengebirge (Buxweiler, Freienwalde) liefern Beweise. Im Steinkohlengebirge wird bei dem Zersetzungsprozeß so viel Wärme erzeugt, daß das Kohlenklein in Brand geräth und dem Bergbau Gefahr bringt. Zur Darstellung des Schwefels und der Schwefelsäure dient er bis jetzt nur wenig, dennoch kann der Schwefelkies aus dem Dep. Gard sogar in Marseille mit Sicilianischem Schwefel concurriren. Leider ist aber die daraus gefertigte Säure arsenikhaltig. Auf Wollin kostete der Centner 20 Silbergroschen. Er gibt beim Destilliren die Hälfte seines Schwefels, also gegen 27 p. C. ab. Der Rückstand kann durch Liegenlassen an der Luft zur Darstellung von Eisenvitriol oder rauchender Schwefelsäure benutzt werden. Im letztern Falle bleibt ein rothes Eisenoxyd, das als Colcothar in den Handel kommt, und als Polirmittel für die Spiegelschleifereien gesucht ist. Auf Elba finden sich Afterkrystalle in solches Eisenoxyd verwandelt.

Bildung und Verbreitung. Doppeltschwefeleisen gehört zu den verbreitetsten Schwefelmetallen, denn es findet sich nicht blos auf Erzgängen im Hoch- und Niedergebirge, und zwar, wie schon Henkel sagte, in den größten Tiefen, in welche der Mensch hat dringen können;

sondern auch lagerartig und eingesprengt in den verschiedenen Ur- und Flözgebirgen, im letztern besonders, wenn sie einen Bitumengehalt zeigen. Bischof (Lehrb. Geolog. I. 917) hat daher auseinandergesetzt, daß bei Gegenwart von faulenden organischen Substanzen dem Eisenvitriol der Sauerstoff entzogen und Schwefelkies gebildet werden könne. Faulungs- und Verwesungsprozesse wirken so desoxydirend, daß nach Bakewel die Reste von einigen Mäusen, die zufällig in eine Lösung von Eisenvitriol gefallen waren, zum Theil mit kleinen Schwefelkieskrystallen bedeckt wurden. Die blaue Farbe des Mergels an Meeresküsten soll daher von Schwefelkies herrühren. In Sandalluvionen geht das nicht, da hier das Eisen leicht oxydirt. Wo in Schieferthonen und Mergeln hohle Räume besonders gekammerte Cephalopodenschalen sind, da hat sich der Schwefelkies innerhalb der Schalenwände in dicken Krusten abgesetzt, die Schale selbst wird dagegen nur in Ausnahmsfällen angegriffen. Auch zieht sich der krystallinische Kies in mehr als faustdicke Knollen zusammen, so daß der Einfluß des Bitumens nicht in unmittelbarer Nähe des Kieses stattgehabt haben kann. Bonsdorf (Pogg. Ann. 40. 133) ging zu weit, wenn er an der Bildung der bekannten Helgoländer Schwefelkiespetrefakten, die so leicht verwittern, daß sie nur unter Wasser aufbewahrt werden können, noch heute das Meer theilnehmen lassen wollte. Künstlich hat Wöhler (Pogg. Ann. 37. 238) den Schwefelkies in kleinen glänzenden Oktaedern und Würfeln dargestellt, indem er Eisenoxyd, Schwefel und Salmiak recht langsam miteinander glühte. Hauptabänderungen sind etwa:

Krystallisirter. Abgesehen von Elba und den Alpen pag. 816 finden wir ringsum ausgebildete Würfel und Pyritoeder besonders in den Schiefern älterer und neuerer Formation. Die Letten- und Braunkohle bildete häufig das einfache Oktaeder in Drusen aus, im Lias namentlich in dessen Amaltheenthonen herrscht das Cubooktaeder. Nicht selten, wie auf dem Herrenseegen im Schwarzwalde, gibt derber Kupferkies das Muttergestein der schönsten Krystalle ab. In den Keupermergeln von Westphalen sind sie so häufig, daß man sie fast an allen Straßen findet, wo der Mergel zur Beschotterung dient.

Strahlkies heißen vorzugsweise strahlige und faserige, die nicht selten auf der Oberfläche sich glaskopfartig runden, und einen förmlichen gelben Glaskopf bilden (Memmendorf bei Oederan). Ausgezeichnet im untern Lias der Gegend von Aalen und Ellwangen, im Braunkohlengebirge ꝛc. Solche strahlige Massen verwittern leicht, und man sah sie fälschlich für Binarkies an. Ihre Farbe wird zwar grauer, aber man findet nie zweigliedrige wohl aber reguläre Formen häufig dabei.

Körnig bis dicht. Derselbe geht ganz ins Weißgrau, und hat besonders Neigung zur Kugel- und Knollenbildung. Man findet unzählige im schwarzen und braunen Jura. Im Braunkohlengebirge von Schraplau am Salzsee zwischen Halle und Eisleben kommt man zuweilen auf ganze Lager von der schönsten Citronen- und Pommeranzenform, so daß man sich in der That hüten muß, dieselben für Früchte zu halten.

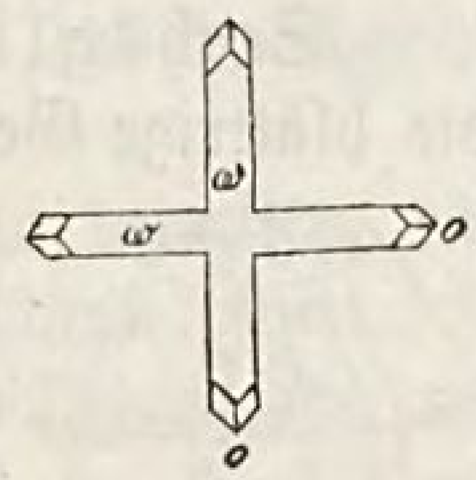
Verkieste Früchte von Sheppy im Londonthon können ebenfalls nur unter Wasser aufbewahrt werden.

Dendritisch bildet er sich zuweilen auf bituminösen Schiefern aus. Leberkies und Zellkies nannte Werner die unreinen besonders auf Silber- und Bleierzgängen der Umgegend von Freiberg, wo sie mit verhüttet werden. Denn da Schwefelkies ein häufiges Gangmittel ist, so mischt er sich in verschiedenen Verhältnissen mit andern geschwefelten Metallen, z. B. am Rammelsberge bei Goslar, zu Falun in Schweden. Kupfer- und Schwefelkies kann man oft gar nicht von einander äußerlich unterscheiden. Breithaupt's

Kyrosit (Pogg. Ann. 58. 281) derb von der Grube Briccius bei Annaberg hat neben 45,6 Fe, 53 S, noch 1,4 Cu und 0,9 As, und doch ist seine Farbe schon übermäßig grau geworden, trotz des starken Glanzes. Der 2gliedrige

Kausimkies auf Kupferkies vom Kurprinz bei Freiberg hat sogar schon 4,4 Arsenik, ist bereits zinnweiß, also ein Gemisch von Binar- und Arsenikkies mit etwas Kupfer und Blei. Thomsons

Crucit aus einem rothen Thonschiefer von Clomnell in Irland soll nach Dufrénoy (Traité Minéralog. II. 457) zu Eisenoxyd verwitterter Schwefelkies sein: Zwillinge kreuzen sich unter 60°, was der Name andeutet. Es erinnert die Sache an die merkwürdigen **Schwefelkieskrystalle** auf Spatheisenstein von **Lobenstein**; Würfel a erscheint daran in langer quadratischer Säule, schwach an den vier Kanten durch das Granatoeder abgestumpft, darauf ist das Oktaeder o aufgesetzt. Oefter kreuzen sich zwei solcher Krystalle rechtwinklig, da aber daran die quadratischen Säulen einspiegeln, so kann es nur ein Fortwachsen und kein Zwilling sein. Ein sehr schönes Beispiel, gleichsam drei dicke auf einander senkrechte Axen, bildet Dana (Syst. Mineral. 1868. 62) von Middletown Cty ab. Neben den rechtwinkligen kommen auch Winkel von ungefähr 60° vor, und öfter hat es wirklich den Anschein, als könnten es Zwillinge sein, und diese würden dann dem Crucit entsprechen. Verzerrungen anderer Art haben Köhler und G. Rose bekannt gemacht (Pogg. Ann. 14. 91). Vergleiche auch Dr. Klocke, Ber. Nat. Ges. Freiburg Bd. VI Heft 4.



Die **Anwendung** des Schwefelkieses hat in unsern Zeiten großartige Dimensionen angenommen, man benützt ihn nicht blos zur Darstellung von Schwefelsäure, die billiger ist als aus gediegenem Schwefel pag. 742, aber etwas Arsenik enthält, sondern man verwerthet auch die Rückstände, die fast aus reinem Eisenoxyd bestehen, zum Heerdfutter der Puddelöfen und Darstellung von Roheisen, da sie sich wegen ihrer feinen Vertheilung durch die Kohle leicht reduciren. Preußen allein gewann 1875 2½ Mill. Centner à 1 Mark, die Lager im Thonschiefer der Umgegend von Siegen bilden. Im Rhonedepartement brechen an der Brevenne Lager von 40 Meter ein (Cmpt. rend. 1875 Bd. 81 pag. 190). Unerreicht sind jedoch die

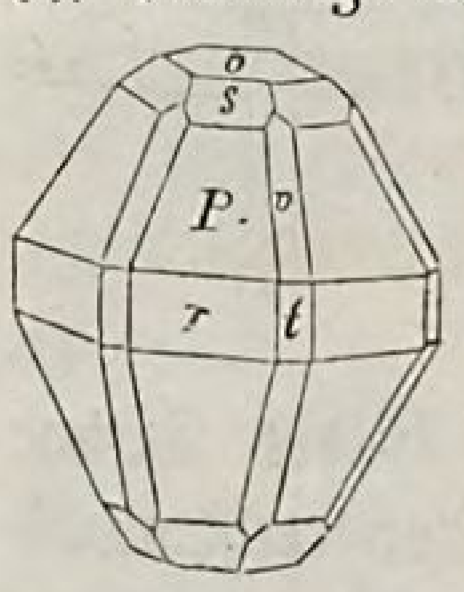
Massen auf der Spanisch-Portugisischen Grenze in der Cerro colorado (Südgehänge der Sierra Morena), die auf ihrem Plateau wie mit Bienenkörben von den verfallenen Schächten der Phönicier, Carthager und Römer bedeckt ist. Dort werden schon jährlich 20 Millionen Ctr. gewonnen. In den Werken von Tharsis sahe Römer (Jahrb. 1873. 260) eine Wand von 500 m Länge und 150 m Breite blos gelegt, und bei 40 m Tiefe war es noch von bester Beschaffenheit. Posidonia Becheri in den Thonschiefern schien den Culm von Westphalen anzudeuten. Huelva in der Nähe von Palos, wo Columbus und Cortez ausfuhren, ist der große Stapelplatz. England allein führte 1875 über 500,000 tons ein und dazu noch 200,000 aus den Wicklow Werken in Irland. Die Rückstände der gebrannten Schwefelkiese geben 2—3 p. C. Kupfer mit Silber, das in Silbernatriumchlorid verwandelt durch Jodkalium und essigsaures Blei gefällt wird. Die Reinigung der Schwefel- von Arsenigersäure pag. 735 geschieht unter andern auch durch unterschwefligsauren Baryt, wobei Schwefelarsenik $As^2 S^3$ fällt:

$$3(Ba\,S_2\,H_2\,O_4) + As_2\,O_3 = 3Ba\,S\,O_4 + H_6\,O_3 + As_2\,S_3.$$

2. Magnetkies $\dot{F}e^6\ddot{F}e$.

Magnetischer Kies, fer sulfuré magnétique, Magnetic iron pyrites, Pyrrhotin (πυῤῥότης Feuerfarbe), Pyrites fusca Wallerius.

Sechsgliedrig, aber Krystalle selten. Es herrscht meist blos die blättrige Geradendfläche o = c : ∞a : ∞a : ∞a mit großer Neigung



zur schaligen Absonderung. Dünne sechsseitige Tafeln r = a : a : ∞a : ∞c, woran das Dihexaeder P = a : a : ∞a : c die Endkanten fein abstumpft, kommen zu Andreasberg und Kongsberg vor, Tafeln mit 3 Dihexaedern übereinander auf der Bleiglanzgrube Bottino bei Seravezza in Toskana (Jahrb. 1876. 636). Die schönsten jedoch fand G. Rose (Pogg. Ann. 4. 181) im Meteorstein von Juvinas pag. 723 mit 126° 49′ in den Endkanten und 127° 6′ in den Seitenkanten P/P, das gibt

$$a = \sqrt{0,3303}.$$

Würde a = $\sqrt{0,333}$ . . sein, so wären am Dihexaeder sämmtliche Kanten, also Seiten- und Endkanten, unter einander gleich und 126° 52′; v = c : 2a : a : 2a, s = c : 2a : 2a : ∞a, t = 2a : a : 2a : ∞c. Herr Daubrée (Archiv Mus. 1867 III. 3) fand sie auch in den kohlenhaltigen Steinen von Orgueil pag. 725.

Farbe zwischen Tombakbraun und Speisgelb, aber meist dunkel angelaufen, wodurch der starke Metallglanz getrübt wird. Härte 4, Gew. 4,64. Magnetisch, wenn auch nicht sonderlich stark, manche gar nicht, wie der meteorische. Auch das künstliche einfache Schwefeleisen, was man durch Glühen des Eisens mit Schwefel sich so leicht verschafft, ist nicht magnetisch, sofern kein freies Eisen mehr darin ist. Doch zeigte Sidot

(Compt. rend. 1868 Bd. 67 pag. 175) daß man sie mit Rücksichtnahme auf die magnetischen Pole der Erde auch künstlich darstellen könne.

Vor dem Löthrohr kugelt er sich nicht sonderlich schwer und löst sich dann leicht in Salzsäure, ungeschmolzen schwerer unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff und Ausscheidung von Schwefel. Auch die Krystalle von Juvinas zeigen dieses Verhalten. Da nun $\dot{C}l\,H + Fe\,S$ sich in $Fe\,Cl + H\,S$ zersetzt, so muß außer einfachem Schwefeleisen noch ein kleiner Ueberschuß von Schwefel da sein. G. Rose (Pogg. Ann. 74. 291) wollte sämmtlichen Vorkommen die Formel $\dot{F}e^5\,\dddot{F}e = \dot{F}e^6\,\ddot{F}e = Fe^7\,S^8$ zutheilen, was 60,5 Fe und 39,5 S geben würde. Zwar weicht davon Stromeyer's Analyse von Barèges mit 43,6 Schwefel, was auf $\dot{F}e\,\dddot{F}e$ führen würde, nicht unbedeutend ab, allein da demselben in Salzsäure unlöslicher Schwefelkies beigemischt ist, so mag allerdings der höhere Schwefelgehalt darin seinen Grund haben. H. Rose fand sogar in denen von Bodenmais nur 39 Schwefel, woraus Graf Schafgotsch (Pogg. Ann. 50. 533) die Formel $\dot{F}e^9\,\dddot{F}e$ ableitete, aber hier mag eine theilweise Zersetzung zu Oxyd auf den schalig abgesonderten Blättern der Grund sein. Nur das derbe Schwefeleisen im Meteoreisen scheidet in Salzsäure keinen Schwefel ab, es hat 63,6 Fe und 36,4 S, 4,8 Gew. und da es nicht magnetisch ist, so nannte es Haidinger (Sitzber. Wien. Acad. 1863 Bd. 47. 283) **Troilit** nach Domenico Troili, der 1766 den Meteorolithenfall von Albareto bei Modena beschrieb. Es ist eine graugelbe körnige Masse, die zuweilen in fingerdicken Cylindern das Meteoreisen pag. 720 durchzieht, nicht selten von Graphit und Chromeisen begleitet.

Breithaupt suchte aus krystallographischen Gründen zu beweisen, daß auch der Magnetkies einfaches Schwefeleisen Fe S sein könnte, weil folgende in ihrer dihexaedrischen Form dem Magnetkies-Dihexaeder mit 126° 49′ in den Endkanten sehr nahe ständen:

Osmiridium Jr Os 127° 36′; Kupfernickel Ni As 127° 32′;
Greenokit Cd S 127° 26′; Haarkies Ni S 127° 10′;
Antimonnickel Ni Sb 126° 56′.

Indeß die Sache beweist vielleicht zu viel, da auch Eisenglanz mit 128° nebst Korund 128° 3′, und Antimon pag. 732 mit seinen Verwandten genannt werden müßten.

Magnetkies findet sich sparsamer, als Schwefelkies. Er verwittert ebenfalls wie die Eisenvitriolkrystalle von der Grube Gießhübel pag. 648 am Silberberge bei Bodenmais beweisen. Der dichte, gemischt mit Schwefelkies, wird noch heute dort auf Eisenvitriol verwerthet (Wineberger Gegn. Besch. Bay. Waldgb. pag. 98). Bildet Lager im Gneis-Granit. Falun, Barèges, Treseburg, Breitenbrunn ꝛc. Nach Hausmann kommt er im Andreasberger Erzgebirge so häufig eingesprengt vor, daß beim markscheiderischen Gebrauche des Compasses Vorsicht nöthig werde. Der Magnetkies von Klefva in Smaland wird auf **Nickel** verwerthet (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 53. 242); bei Snarum 4 Ni, auf der Gap Mine

in Pennsylvanien 5,6 Ni enthaltend hat er neuerlich eine große Nickelproduction ins Leben gerufen, Dana Syst. Mineral. 5 ed. pag. 59. Horbachit bei St. Blasien auf dem Schwarzwalde (Jahrb. 1873. 522), tombakbraune Knollen im serpentinisirten Gneise mit 12 Ni, scheint ebenfalls nur Magnetkies zu sein, der dort eine Zeitlang auf Nickel verwerthet wurde, da bei nasser Aufbereitung sich Nickelvitriol leichter bildet als Eisenvitriol. Scheerer (Pogg. Ann. 58. 315) erwähnt sogar einen Eisennickelkies 2 Fe S + Ni S von Lillehammer im südlichen Norwegen, bronzefarbig wie Magnetkies, aber mit 4fach blättrigem Bruche nach dem regulären Oktaeder. Nicht magnetisch. Gew. 4,6. Enthält 22,3 Ni. Am Vesuv soll auch ein Sesquisulfid ($Fe^2 S^3$) krustenartige Ueberzüge bilden.

3. Arsenikkies, $\ddot{Fe} + \overset{aa}{\ddot{Fe}}$.

Kurz Arsenkies. Mispickel der Freiberger Bergleute, auch Giftkies, weil er seit alter Zeit hauptsächlich zur Darstellung des weißen Arseniks dient. Pyrites argenteo colore Wasser- oder weißer Kis Agricola 706. Pyrite blanche arsenicale Romé de l'Isle Cristall. III. 27, Fer arsenical, Arsenical iron.

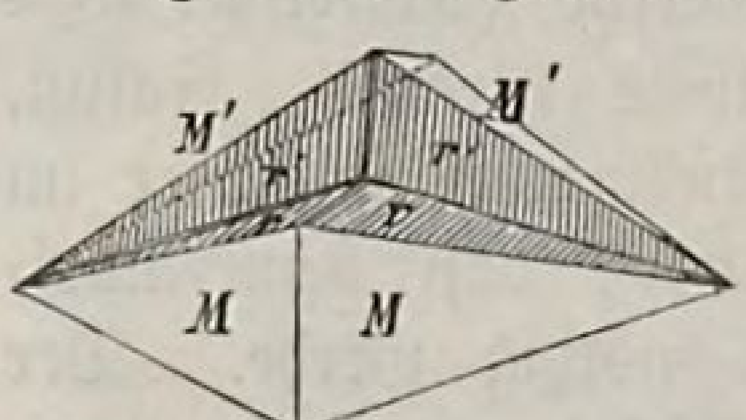
Zweigliedrig dem Binarkies verwandt. Säule M = a : b : ∞c 111° 53′, versteckt blättrig, an ihrem Ende herrscht gewöhnlich r = c : 4b : ∞a 146° 52′, welche außerordentlich stark parallel der Axe a gestreift ist, daraus folgt

$$a : b = 0{,}568 : 0{,}84 = \sqrt{0{,}3227} : \sqrt{0{,}7064};$$
$$la = 9{,}76442,\ lb = 9{,}92448.$$



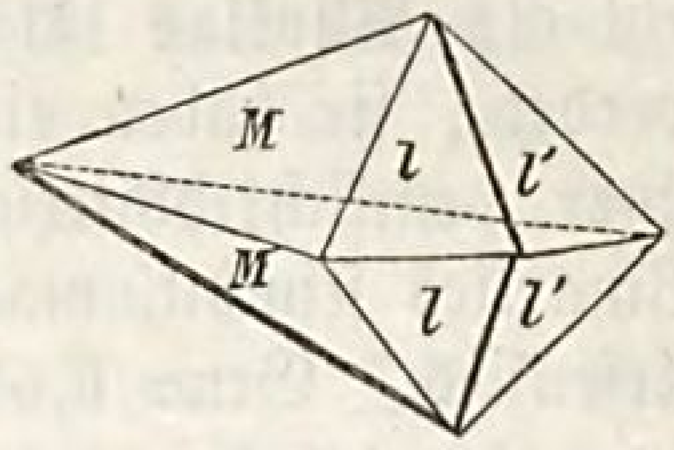
Solche zierlichen Oblongoktaeder MMrr (Weißerz) kommen gar häufig um und um krystallisirt im erdigen Talk von Bräunsdorf bei Freiberg vor, freilich mit großer Neigung zur Zwillingsbildung. Selten stumpft das Paar l = b : c : ∞a 99° 54′ in b bildend die scharfe Ecke MrM ab. In den Oblongoktaedern vom Silberberg bei Falun, Tunaberg 2c. pflegt sich das Paar l stärker auszudehnen als M, doch ist ihre scharfe Säulenkante häufig durch r zugeschärft, wornach man sich leicht orientirt. Selten ist das für ihre Zwillingsbildung so wichtige vordere Paar g = a : c : ∞b mit 120° 48′ in Axe a, und 59° 12′ in Axe c. Hauy gibt auch das zugehörige Oktaeder o = a : b : c an.

Zwillinge, wie beim Binarkies, aber das dort ungewöhnlichere ist hier das gewöhnliche: die Zwillingsindividuen haben g = a : c : ∞b gemein, und liegen umgekehrt. Meist durchwachsen sich die Individuen mehr oder weniger vollkommen. Die Axen b fallen also zusammen, die Axen a bilden dagegen einspringende Winkel von 120° 48′.



Wenn wie bei schwedischen blos das Oblongoktaeder Ml herrscht, und

dasselbe parallel der Fläche g halbirt wird, so machen beim Aneinanderwachsen die Zwillingshälften mit den Flächen l den dritten Theil eines Dihexaederartigen Körpers, weil sich Kante l/l mit l'/l' unter 120° 48' schneidet. Da nun nicht selten sich auch noch ein drittes Individuum l'' anlagert, und die Drillinge durchwachsen, so können scheinbar förmliche Dihexaeder entstehen. Ein 2tes Zwillingsgesetz $M = a : b : \infty c$ gemein und umgekehrt ist nicht sehr häufig. Es entstehen dadurch Binarkiesartige Formen.



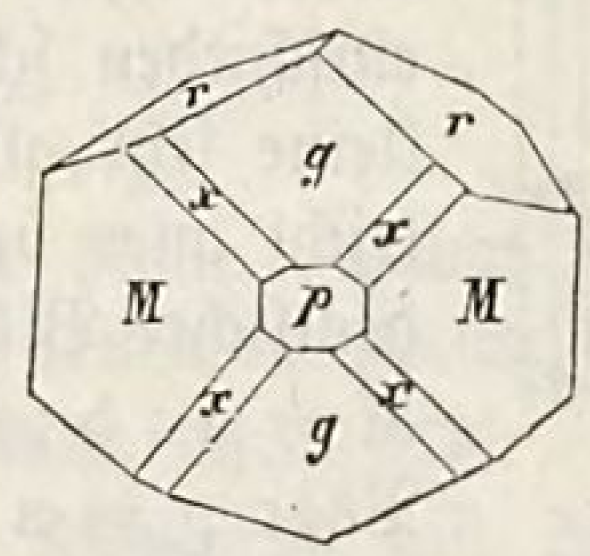
Silberweiß, aber meist grau und gelb angelaufen. Metallglanz, Härte 5—6, spröde, Gew. 6,1.

Vor dem Löthrohr schmilzt er unter Arsenikgeruch zu einer magnetischen Kugel. Im Glaskolben gibt das Pulver anfangs rothes Sublimat von Schwefelarsen, dem bald ein schwarzes krystallinisches von Arsenik folgt. Salpetersäure greift ihn stark an, unter Ausscheiden von Schwefel und arseniger Säure. Mit feinem Pulver gefüllte Beutel ins Wasser gelegt lassen bald Reactionen auf Arsenik, Eisen und Schwefel wahrnehmen, zum deutlichen Beweise, daß er vom Wasser angegriffen werde.

$Fe S^2 + Fe As^2 = Fe S As$ mit 46,6 Ar, 19,9 S, 33,5 Fe,

also von der Formation des Schwefelkieses. Den Schwefelgehalt läugneten die alten Mineralogen lange, Hauy Miner. IV. 72, und leiteten ihn durch Beimischung von Schwefelkies ab. Da Arsenik gern auf Kobaltgängen vorkommt, so geben die gerösteten Proben häufig blaue Gläser. Am interessantesten darunter ist Scheerer's

Kobaltarsenikkies (Pogg. Ann. 42. 546), der mit Glanzkobalt auf den Gruben von Skutterud in Norwegen bricht. Die Farbe gleicht vollkommen dem Arsenikkiese, das Gew. 6,2 kaum bedeutender. An den Krystallen herrscht die Säule M/M 111° 40' — 112° 2', r/r ist gestreift, und g/g 58° 30' scheint etwas kleiner, als beim Kobaltfreien zu sein. Auch eine Fläche $p = a : \infty b : \infty c$ und $x = b : \frac{1}{3}a : \frac{1}{4}c$ kommt vor. Die Analyse gab 9 p. C. Kobalt, welches das Eisen ersetzt, also $(Fe, Co) S^2 + (Fe, Co) As^2$. Breithaupt's

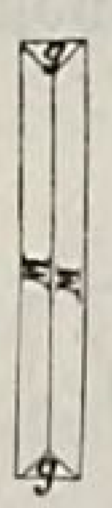


Glaukodot im Chloritschiefer mit Glanzkobalt von Huasko in Chili hat eine blättrige Geradendfläche, dunkel zinnweiße Farbe, und nach Plattner sogar 24,8 p. C. Kobalt neben 11,9 Fe, also $(Fe S^2 + Fe As^2) + 2 (Co S^2 + Co As^2) = 1$ Arsenikkies + 2 Glanzkobalt. Aehnlich der Danait von Franconia (New-Hampshire). Solche Mittelverbindungen zwischen Arsenikkies und Glanzkobalt führen auf die Vermuthung, daß die Masse des Glanzkobaltes dimorph sein möchte. Dazu kommen noch kleine stahlgraue Krystalle von Orawicza im Banat, die im Kalkspath mit kleinen Adularen, in Gesellschaft von Arsenkies, Wismuthglanz, Speiskobalt, Gold ꝛc. liegen, die lange für Glaukodot gehalten

jetzt als **Alloklas** (Tschermak, Sitzber. Wien. Akad. 1866 Bd. 53) unterschieden werden: sie haben eine sehr blättrige 2gliedrige Säule von 106°, mit einer deutlich blättrigen Geradendfläche. Während dieser Winkel mit Binarkies stimmt, macht das Paar a : c : ∞b in Axe c 58°, wie beim Arsenkies. Gew. 6,65. Die Analyse gab 16,2 S, 32,7 As, 30,1 Bi, 10,2 Co, 1,5 Ni, 0,68 Au ꝛc.

Arsenikkies bricht besonders auf Zinnsteingängen. In den Freiberger Silbergängen dringt er z. B. auf Grube Morgenstern 20′ in das Nebengestein des talkig werdenden Gneises. Munzig pag. 229 mit seinen beibrechenden Quarzzwillingen zeichnet sich aus. Ja die „edle Quarzformation" von Bräunsdorf enthält in den glänzenden Krystallen (Weißerz) 6 Loth bis 1 Pfund Silber im Centner, wird daher mit Recht als edler Arsenikkies (Mißpickelsilber, Emmerling Lehrb. Miner. 1796 II. 557), worin schon Kirwan 10 p. C. fand, ausgezeichnet. Häufig zeigen die größern Krystalle besondere Neigung zum Krummen in der Geradendfläche, dabei wird Säule M/M langstrahlig, und leidet sehr durch Verwitterung. Zuletzt erscheinen förmliche Fasern mit Glaskopfstructur (Andreasberg). Der Plinian von Ehrenfriedersdorf ist so stark verzogen, daß Breithaupt die Krystalle für 2 + 1gliedrig hielt. Derbe Massen sind häufig dergestalt mit Speiskobalt gemengt, daß man zwischen beiden nicht sicher unterscheiden kann.

Arsenikkalkies $\overset{aa}{Fe}$ (Arseneisen, Leucopyrit, Lölingit). Mohs unterschied ihn zuerst als axotomen Arsenikkies vom gewöhnlichen, mit dem er zusammen vorkommt im Serpentin von Reichenstein in Schlesien, auf Lagern des Spatheisensteins von Löling bei Hüttenberg in Kärnthen und Schladming in Steiermark, Andreasberg, Geyer. Seine Farbe ist etwas lichter und glänzender als beim schwefelhaltigen. Gewicht entschieden schwerer 7,3. Im Serpentin von Reichenstein kommen kleine sehr glänzende ringsum ausgebildete Nadeln vor, welche leicht quer brechen, ohne daß der Geradendfläche ein sonderlich deutlicher Blätterbruch entspräche. Daran macht die lange Säule M = a : b : ∞c einen Winkel von 122° 26′, und das vordere Paar g = a : c : ∞b nur 51° 20′, woraus folgt



$$a : b = 0{,}4805 : 0{,}8747 = \sqrt{0{,}2309} : \sqrt{0{,}7651}$$

$$lga = 9{,}68174,\ lgb = 9{,}94187$$

das Paar l = b : c : ∞a noch nicht beobachtet.

Nach Hoffmann (Pogg. Ann. 25. 489) hat der Reichensteiner 66 Arsenik, 28 Eisen, 2 Schwefel, was ungefähr zu der Formel von $Fe\,As^2$ führt. Im senkrecht stehenden Gneise auf dem Sätersberge beim Hofe Fossum im Kirchspiel Modum fand Scheerer (Pogg. Ann. 49. 533) einen Arsenikalkies mit 70,1 As, 1,3 S, 27,4 Fe. Den Schwefelgehalt leitet man von eingemengtem Arsenikkies ab. Die Formel $Fe\,As^2$ erfordert 73,5 As und 26,5 Fe. Dagegen gaben die Analysen vom Reichensteiner stets weniger, was auf $Fe^2\,As^3$ deuten könnte; bei Przibram sogar nur $Fe^3\,As^4$.

während die von Schladming mit 8,7 Gew. wie die vom Sätersberge wieder zur Formel $Fe\,As^2$ führen (G. Rose Kryst. chem. Miner. pag. 53). Wie ungleich die Arsenikmengen der verschiedenen Fundorte sind, setzte Rammelsberg (Ztsch. d. geol. Ges. 1873 XXV. 271) auseinander.

Im Kolben gibt Arsenikalkies kein rothes Sublimat. Die größte Menge der im Handel vorkommenden arsenigen Säure wird aus dem Reichensteiner dargestellt, den schon Agricola (Bermannus pag. 689) wegen seines Goldgehaltes pag. 681 rühmt; die Arsenikabbrände enthalten $\frac{1}{30}$—$\frac{1}{12}$ Loth Gold im Centner, im Mittel 0,312 p. C. (Jahrb. 1871. 81).

Auf Kobaltgängen scheinen Verbindungen von $(Fe\,Co, Ni)\,As^2$ vorzukommen, wie auch das von Schladming 13,4 Ni, 5,1 Co (Pogg. Ann. 25. 491) enthält. Man muß dabei immer nur sorgfältig untersuchen, ob man es nicht mit regulären, sondern mit wirklich 2gliedrigen zu thun habe. So soll auch ein Theil des

Weißnickelkieses (Rammelsbergit) $(Ni, Fe)\,As^2$ von Schneeberg mit 7,1 Gew. zweigliedrig sein, mit einem etwaigen Säulenwinkel von 123°, während der leichtere (Chloanthit) von 6,5 Gew. regulär ist. G. Rose (Kryst. Chem. Miner. 53) vermuthet sogar, daß auch unter den fasrigen Abänderungen des Speiskobaltes von Schneeberg ein 2gliedriger $(Co, Fe)\,As^2$ verborgen sei. Dann wäre die Formation $R\,As^2$ dimorph. Nierenförmige Massen im Kalkspath von Guadalcanal in Andalusien nannte Sandberger (Jahrb. 1870. 196) Glaukopyrit, weil die bleigrauen Massen bläulich anlaufen, neben 66,9 As kommt 3,6 Antimon vor. Sie zeigen deutliche Spuren von zweigliedrigen Zwillingen. Es ist wesentlich Kobalthaltig, wie der Geyerit von Wolfach im Schwarzwalde.

Manganerze.

Das geschwefelte Mangan spielt keine sonderliche Rolle. Lange hat man es sogar nicht einmal gekannt. Bis endlich in neuern Zeiten die Mineralogie eine höchst interessante Bereicherung erhielt durch den

Hauerit Mn. Haidinger (Pogg. Ann. 70. 148). Isomorph mit dem pyritoedrischen Schwefelkiese pag. 813. Meist Haufwerke von durcheinandergewachsenen regulären Oktaedern, deren Ecken von einem sehr deutlichen dreifach blättrigen Bruch abgestumpft werden, welchen man mit dem Messer fast so leicht als bei der Blende darstellen kann. Zuweilen auch Granatoeder, namentlich aber Pyritoeder $\frac{1}{2}$ $(a : \frac{1}{2}a : \infty a)$ und gebrochene Pyritoeder $\frac{1}{2}$ $(a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a)$.

Farbe schwärzlich braun, bräunlich rother Strich, Härte 4—5, Gew. 3,46.

Vor dem Löthrohr brennt der Schwefel sogleich ab, wie beim Schwefelkies, allein die Probe ist unschmelzbar, verhält sich aber gut abgeschwefelt mit Flüssen wie Mangan. Im Glaskolben gibt die Probe

Schwefel ab, in einer Glasröhre geröstet wird sie außen braun, innen aber grün. Das Grün verschwindet jedoch mit dem stärkern Rösten. Nach der Analyse von Patera 63,6 Schwefel, 43 Mangan, 1,3 Eisen, 1,2 Kieselsäure, woraus ein Manganbisulfuret $Mn S^2$, analog dem Schwefelkies, folgt.

Kommt mit gediegenem Schwefel auf dem jetzt aufgelassenen Schwefelwerke zu Kalinka bei Végles unweit Altsohl (Sohler Komitat) eingesprengt in Gyps vor. Letzterer hat durch das darin vertheilte Schwefelmetall ein graues Aussehen, wie Trachyt.

Manganblende Mn. Von den Siebenbürgischen Bergleuten schon längst unter dem Namen Schwarzerz bekannt (Klaproth Beitr. III. 35), aber erst Gehlen (Schweigger's Journ. II. 161) erkannte die richtige Zusammensetzung. Wegen seines deutlich blättrigen Bruchs gab ihm Blumenbach den Namen, Leonhard's Manganglanz, Beudant's Alabandine.

Regulär. Hat ebenfalls einen dreifach blättrigen Bruch, entsprechend dem Würfel, wie beim Hauerit; da nun auch die Farbe schwärzlich braun ist, so findet allerdings eine große Aehnlichkeit zwischen beiden statt, aber der Strich ist grün, und im Kolben gibt sie keinen Schwefel ab. Härte 4 und Gew. 4. Derb krystallinisch eingesprengt mit Manganspath zu Nagyak und Kapnik, auch in Brasilien und Mexiko, in den Gruben am Pik von Orizaba sogar in ausgezeichneten Massen (Jahrb. 1856. 557). Arfvedson's Analyse gab 62,1 Mangan und 37,9 Schwefel bei dem mit Blättererz zu Nagyak brechenden. Einfaches Schwefelmangan Mn S erfordert 63,23 Mn, 36,77 S. Auf der Königshütte in Oberschlesien kam ein Halbschwefeleisenmangan Fe Mn S in schönen regulären Oktaedern mit Cyantitan vor (Gurlt, künstl. Mineral. 31).

Arsenikmangan (Kaneit) Mn As erwähnt Kane (Pogg. Ann. 19. 145) aus Sachsen, es glich dem Mangansuperoxyd und saß auf Bleiglanz.

Kobalterze.

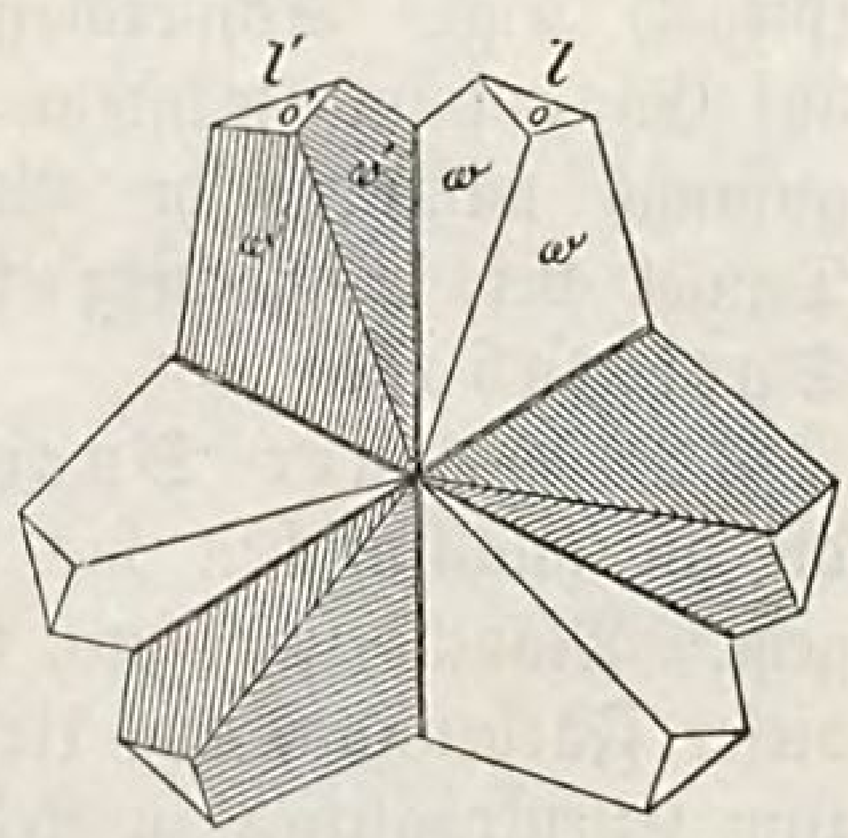
Der Name Kobalt (Cobaltum Agricola 701) oder Kobold soll schon im 14ten Jahrhundert vorkommen, ein Schimpfname für den Berggeist („schwarzen Teufel") und für Erze, die zwar Giftrauch entwickelten, aber doch kein nützliches Metall gaben. Seit dem 16ten Jahrhundert bedient man sich der Kobalterze zur Bereitung der Smalte, obgleich Brandt erst 1733 das Kobaltmetall, wenn auch unrein, darstellte. Wir haben zwar des Kobaltes schon bei der Kobaltblüthe pag. 580, dem Kobaltvitriol pag. 648, dem Erdkobalt pag. 810 Erwähnung gethan, allein hier finden sich die Haupterze, aus denen fast alle durch Verwitterung entstanden. Da sie schon in geringer Menge dem Boraxglase eine schön saphirblaue Farbe mittheilen, so sind sie für die Blaufarbenwerke sehr edle Erze. Aber seit das künstliche Ultramarin pag. 433 so billig dargestellt wird, sind viele Blaufarbenwerke eingegangen, was namentlich den

Schwarzwälder Bergbau drückte, und zum Erliegen brachte. Wasserfreie Salze sind blau, wasserhaltige roth. Alkalische Lösungen geben mit H S einen schwarzen Niederschlag. Gewöhnlich ist es mit Nickel vergesellschaftet; beide lösen sich als Cyannickel und Cyankobalt in Cyankalium, aber Cyannickel wird durch Säuren ausgeschieden, Cyankobalt nicht. Fast alles Eisen enthält Kobalt und Nickel, etwa 7 Gramm auf den Centner, Kobalt in den Kupfererzen erschwert den Gewinnungsproceß.

Speiskobalt $\overset{aa}{Co}$.

Speise ist der hüttenmännische Ausdruck für jene grauweißen Verbindungen von Arsenik mit Kobalt, Nickel und Eisen, die bei verschiedenen Hüttenprocessen fallen. Werner schrieb Speiskobold. Derselbe ist nicht nur durch seine Farbe der Speise ähnlich, sondern gibt auch wegen seines Arsenikgehaltes auf Blaufarbenwerken besonders viele Speise. Linné und R. de l'Isle (Essai 334) werfen unter Cobaltum crystallinum noch alle zusammen. Smaltit.

Reguläres System. Bei Schneeberg in Sachsen, zu Wittichen auf dem Schwarzwalde, Riechelsdorf in Hessen ꝛc. kommen ausgezeichnete Cubooktaeder, aber mit krummen Würfelflächen vor. Oefter gesellen sich noch Granatoederflächen hinzu, dann entsteht die Hauy'sche Varietät trimorphe. Bei Schneebergern ist auch das Leucitoeder a : a : $\frac{1}{2}$a beobachtet. Nach Groth (Jahrb. 1874. 974) kommen auch Pyritoeder und Diploeder vor von positivem und negativem Charakter, wie beim Schwefelkies und Glanzkobalt. Naumann (Pogg. Ann. 31. 537) beschrieb merkwürdige Zwillinge im stängligen Kobaltkies von der Grube Daniel bei Schneeberg. Die Krystalle mit Würfel, Oktaeder und Leucitoeder dehnen sich nach einer trigonalen Axe aus, längs dieser herrscht die reguläre sechsseitige Säule l. Die Zwillinge haben nun die Axe dieser Säule gemein, durchwachsen sich vollkommen, sind aber im Azimuth statt 60° nur um 38° 11′ 48″ gegen einander verdreht, sie haben nämlich eine Fläche des Pyramidengranatoeders a : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{3}$a, die auch in der Säulenzone von l sind, mit einander gemein und liegen umgekehrt.



Zinnweiß, aber meist angelaufen, je unreiner, desto grauer. Die frischen mit starkem Metallglanz; diese nannte man früher Glanzkobalt. Härte 5—6, Gew. 6,5.

Vor dem Löthrohr schmilzt er unter Arsenikgeruch zu einer magnetischen Kugel, die blaue Gläser gibt. In Salpetersäure leicht zu rother Lösung zersetzbar, mit Ausscheidung von arseniger Säure. Da Schwefel mangelt, so bekommt man mit Chlorbaryum einen höchst schwachen Niederschlag. Die Formel Co As^2 würde 28,2 Co und 71,8 As fordern.

Gewöhnlich enthält er aber noch weniger Kobalt, bis 14 p. C., da Eisen und Nickel seine Stelle vertritt. Kobell analysirte kleine kugelig gruppirte Krystalle von Schneeberg, und fand darin 18,5 Fe mit 9,4 Co, er nannte sie Eisenkobaltkies. G. Rose fand ferner in allen krystallisirten Abänderungen von Schneeberg und Riechelsdorf Nickel, das im sogenannten Stängelkobalt von Schneeberg von 6,5 Gew. sogar auf 12 Ni, 3,3 Co, 6,5 Fe, 0,9 Cu, 75,8 As steigt, also (Ni, Co, Fe) As^2. Das Nickel reducirt sich in der Boraxperle, und kann umgepulvert mit dem Magnet herausgezogen werden. Wenn man nun erwägt, daß andererseits Breithaupt's Chloantit von Schneeberg hauptsächlich Ni As^2 enthält, so scheint zwischen Nickel- und Kobalterzen die Grenze kaum gezogen werden zu können. Rammelsberg will sogar durch die Formel $R^m As^n$ den wechselnden Arsenikgehalt andeuten.

Die Verbreitung ist unter allen Kobalterzen bei weitem die größte. Es findet sich hauptsächlich auf Gängen im Urgebirge, und in sogenannten Rücken des Kupferschiefers, ist nicht blos seines Kobalt-, sondern auch seines Nickelgehalts wegen werthvoll. Ein Beschlag von rothem Erdkobalt verräth ihn häufig. Gediegen Arsenik, Wismuth und Silber nebst Arsenikkies sind die gewöhnlichen Begleiter. Nach Strüver (Jahrb. 1871. 346) scheinen schon die Römer im Thale von Lanzo nordwestlich Turin Kobaltbergbau betrieben zu haben. Varietäten unterscheidet man etwa folgende:

1. Weißer Speiskobalt, meist krystallisirt von stärkstem Glanz und größter Reinheit. Er kommt so rein und derb vor, daß er auf den Salbändern der Gänge öfter zinnweiß glänzende Spiegelflächen (Kobaltspiegel) zeigt. Schneeberg, Wittichen, Joachimsthal. Zu Riechelsdorf auf Gängen im Zechstein. Die ältern Mineralogen und selbst Werner anfangs nannten ihn Glanzkobalt. Den stängligen von der Grube Daniel bei Schneeberg beschrieb Werner als strahligen weißen Speiskobold.

2. Grauer Speiskobalt. Darunter verstand Werner mehr die unkrystallinischen bis dichten Massen, deren Farbe ins Stahlgraue geht. Manche sind auch fasrig (Safflorit). Ein Eisengehalt scheint an dieser Farbenänderung Ursach zu sein, man pflegt sie daher auch meist zum Eisenkobaltkies zu stellen. Nach einer Analyse von Jäckel enthalten sie gar kein Nickel, sondern 21,2 Co, 11,6 Fe, 1,9 Cu, 66 As. Kupfergehalt und Nickelarmuth schließt den grauen Speiskobalt unmittelbar an den schwarzen Erdkobalt an, der im Schwarzwalde nur ein Zersetzungsproduct desselben ist, wie man aus zahllosen Uebergängen sieht. Doch hielt hier der Silberkobalt im Centner 50—80 Mark Silber!

3. Gestrickter Speiskobalt findet sich dendritisch unter rechtwinklig gegen einander gerichteten Strahlen, wie das gediegene Silber. Die Dendriten sind bald grau, bald glänzend. Oefter möchte man vermuthen, daß es Afterbildungen von gediegenem Silber seien. Schwarzen-

berg, Johann-Georgenstadt. Der Schneeberger enthält nach Karsten 3,9 p. C. Wismuth (Wismuthkobaltkies) und ist sehr fein würfelig gestrickt.

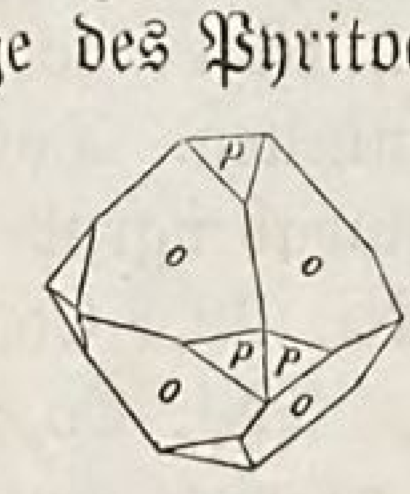
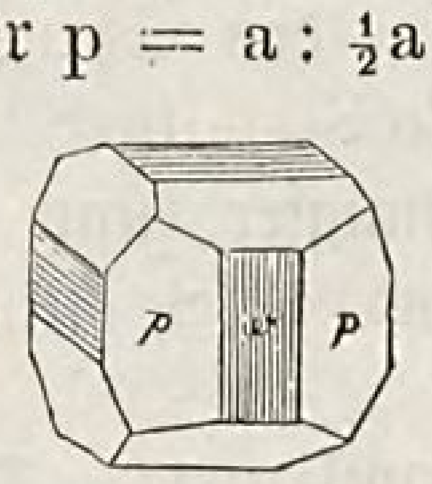
Arsenkobaltkies Scheerer (Pogg. Ann. 42. 553), Skutterudit, Hartkobaltkies, Tesseralkies, $Co\,As^3$ mit 77,8 As, 20 Co, 0,7S, 1,5 Fe von zinnweißer Farbe, 6,78 Gew., findet sich in regulären Krystallen mit Würfel, Oktaeder, Granatoeder und Leucitoeder eingesprengt im Gneise von Skutterud in Norwegen, zusammen mit Glanzkobalt, sogar damit verwachsen. Hr. v. Rath (Pogg. Ann. 115. 481) fand daran noch Pyramidenoktaeder 332, Pyramidenwürfel 310, Hexakisoktaeder 643.

Spathiopyrit (Quirlkies) nannte Sandberger (Sitzb. Münch. Akad. 1873. 189) einen rhombischen Arsenkobalt, der auf weißem Nickelhaltigem Speiskobalt von Biber in Hessen sitzt. Er selbst ist Nickelfrei, enthält aber 15 Co, 16,4 Fe, 4,2 Cu, 2,4 S, 61,5 As. Der Wolfachit von Wolfach im Schwarzwalde (Leonhard Min. Badens 1876. 47) ist ebenfalls rhombisch, und sitzt auf Speiskobalt, aber enthält 29,5 Ni, 13,1 Co, 3,7 Fe, 38,4 As, 13,1 Sb, 14,2 S.

Glanzkobalt $\ddot{C}o + \overset{aa}{C}o = C\,S\,As$.

Kommt schon bei Cronstedt § 249 unter diesem Namen vor. Er wurde lange mit weißem Speiskobalt verwechselt, bis sich endlich Werner veranlaßt fand, den Namen ausschließlich für diesen umzutauschen. Mohs nannte ihn Kobaltglanz, Hauy IV. 272 Cobalt gris, Cobaltit. Noch Klaproth (Beiträge II. 302) übersah den Schwefel, erst Stromeyer erkannte 1817 die richtige Zusammensetzung.

Pyritoedrisch wie Schwefelkies, und zwar das nächst wichtige Beispiel für diese interessante Hemiedrie. Würfel (bei Tunaberg zuweilen $1\frac{1}{2}$ Zoll groß) ziemlich deutlich blättrig mit dreifacher Streifung auf seinen Flächen. Dieselbe deutet die Lage des Pyritoeder $p = a : \frac{1}{2}a : \infty a$ an. Sehr schön glattflächig Oktaeder o, es fehlt fast niemals, und wenn es mit dem Pyritoeder ins Gleichgewicht tritt, so bilden sich sogenannte Ikosaeder. Gewöhnlich aber herrscht das Oktaeder vor, dessen

Ecken das Pyritoeder zweiflächig zuschärft, Zuschärfungsfläche auf Oktaederkante aufgesetzt. Nur selten kommt das gebrochene Pyritoeder $a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a$ untergeordnet vor. Sie sind wie der Schwefelkies bald + bald — thermoelectrisch, Zwillinge noch nicht bekannt.

Röthlich silberweiß mit starkem Metallglanz, graulich schwarzer Strich. Härte 5—6, gibt mit dem Stahle Funken, Gew. 6,2.

Vor dem Löthrohr schmilzt es unter Arsenikgeruch zu einer magnetischen Kugel, gibt erhitzt im Glaskolben nur wenig Arsenik ab und kein rothes Sublimat, wie Arsenikkies, aber die rothe Lösung in Salpetersäure erzeugt mit Chlorbaryum einen starken Niederschlag von $\dot{B}a\,\dddot{S}$, denn er besteht aus

$Co S^2 + Co As^2$ mit 33,1 Co, 43,5 As, 20 S, 3,2 Fe.

Am schönsten kommt er zu Tunaberg in Södermanland eingesprengt in schwefelkiesreichen Kupferkies vor, der Lager im Gneise bildet. Zu Skuterud bei Modum in Norwegen stehen die quarzigen Gneisschichten, worin er eingesprengt ist, senkrecht. Zu Querbach in Schlesien auf Glimmerschiefer. Zu Orawitza mit gediegenem Gold und Wismuth. Im Siegenschen kommen sie derb und sehr unrein vor. Dr. Siemens (Ztschr. d. geol. Ges. XX. 233) besitzt bei Daschkessan im Caucasus in einem Nebenthal des Kur ein reines Lager von 2 Fuß Dicke unter Magneteisen, die geschmolzenen Erze enthalten 50 p. C. Kobalt, welche an die sächsischen Blaufarbenwerke geliefert werden, da sie die beste Smalte liefern. Es wäre das beste Lager der Welt, wenn es gleichmäßig angehalten hätte. Wenn sie durch Eisen verunedelt werden, so muß man sie sorgfältig von dem 2gliedrigen Arsenikkies pag. 824 unterscheiden.

Kobaltkies $\dddot{C}o$.

Svafvelbunden-Kobalt Hisinger. Cronstedt § 248 beschreibt ihn bereits von der Bastnäs-Grube bei der Ritterhütte, „es zeiget derselbe keine Spur von Arsenik". „Uralte Species, die schon Linné kannte", daher Linnéit.

Krystallisirt zwar ebenfalls in regulären Oktaedern, Würfeln und Oktaederzwillingen, zeigt aber keine Spuren vom Pyritoeder. Ebenfalls röthlich silberweiße Farbe, Härte 5—6, Gew. 4,9.

Der Schwedische ist in Kupferkies eingesprengt, welcher mit Strahlstein gemengt Lager im Gneise bildet. Hisinger fand 38,5 S, 43,2 Co, 3,5 Fe, 14,4 Cu. Kupferkies schien nur beigemengt. Berzelius leitete daraus die Formel $Co^2 S^3$ ab. Da er wegen der Zwillinge Analogie mit den Spinellen zeigt, so möchte ihm Frankenheim gern die Formel $Co S + \mathrm{€o} S^3$ zutheilen. Das andere bekannte Vorkommen auf der Grube Jungfer (und Schwabengrube) bei Müsen besteht nach neuern Analysen aus 42 S, 33,6 Ni, 22,1 Co, 2,3 Fe, woraus Rammelsberg die Formel

$$(Ni, Co, Fe)\, S\, (\mathrm{N\!\!\!-i}, \mathrm{€o}, \mathrm{F\!\!\!-e})\, S^3$$

construirte. Da es eher ein Nickel- als Kobalterz ist, so heißt man ihn auch Kobaltnickelkies (Siegenit).

Carrollit von Carroll in Maryland soll $Cu S + \mathrm{€o} S^3$ sein.

Das einfache Kobaltsulfuret $\acute{C}o$ (Syepoorit) mit 64,6 Co von stahlgrauer Farbe soll bei Rajpootanah in Hindostan vorkommen, und von den dortigen Juwelieren benutzt werden, dem Golde eine Rosenfarbe zu geben.

Alle diese Kobalterze dienen seit der Mitte des 16ten Jahrhunderts zur Darstellung der schönen blauen Farbe, die auf den sogenannten Blaufarbenwerken bereitet wird. Man schmilzt die gerösteten Erze mit Quarz und Pottasche, dann bildet Eisenoxyd und Kobaltoxydul mit Kieselerde und Kali ein blaues Glas (Smalte), während Nickel an Arsen gebunden,

nebst Wismuth, Kupfer, Silber 2c. als sogenannte Kobaltspeise, die nicht selten über 50 p. C. Nickel enthält, zu Boden fällt. Auch die abgerösteten Erze kommen unter dem Namen Zaffer (verstümmelt aus Sapphir) in den Handel, sie geben für Porzellan-, Fayence- und Glasfabrikate die beste feuerbeständige blaue Farbe. Da Speis- und Glanzkobalt fast ganz Manganfrei sind, so sind sie dazu besonders brauchbar, der Erdkobalt aber nicht. Bis zum Jahr 1845 warfen die Kobaltgruben hohen Gewinn ab, seitdem hat aber das künstliche Ultramarin die Preise sehr herabgedrückt. Doch kann für Feuerfarben Kobalt nicht entbehrt werden. Daher stehen die Norwegischen Werke noch in gutem Betrieb.

Kobaltmetall ist weiß mit einem schwachen Stich ins Roth, 8,9 Gew. Magnetisch. Noch schwerer schmelzbar als Nickel, aber sehr politurfähig und dehnbar kann es ähnlich wie Nickel zu Ueberzügen verwendet werden.

Nickelerze.

Nickel ist ebenfalls noch heute bei den Harzbewohnern ein Schimpfwort. Der Bergmann trug es auf den Kupfernickel über, der zwar kupferroth ist, aber durchaus kein Kupfer gibt. 1751 entdeckte Cronstedt das Nickelmetall darin. Kobalt und Nickel treten gewöhnlich zusammen auf, beide sind dem Eisen sehr verwandt, und finden sich im Meteoreisen pag. 720. Da es mit Platin sich leicht legirt, so muß man die Glasflüsse vorher auf Kohle behandeln, und dann erst auf das Platindraht nehmen: Nickeloxydul ertheilt dem Boraxglase eine violette Farbe, die kalt rothbraun; dem Phosphorsalz eine rothe, die kalt gelb wird. Ist Kobalt zugegen, so bekommt man zuerst blaue Gläser, während das Metallkorn im Flusse schwimmt. Trennt man dasselbe und behandelt es weiter mit Flußmittel, so erhält man dann die Farbe des Nickelglases. Die Nickelsalze sind fast sämmtlich grün, daher geben die Erze in concentrirter Salpetersäure eine smaragdgrüne Lösung, und geröstet reduciren sie sich leicht zu magnetischem Nickelmetall. Der grüne Nickelocker pag. 581, der Emerald-Nickel auf Chromeisenstein pag. 751, die Färbung im Chrysopras pag. 249, Pimelit pag. 462, Röttisit pag. 453, die kleine Menge im Olivin pag. 321, der wesentliche Gehalt im Meteoreisen, Magnetkies pag. 823 sind bekannt. In Amerika ist jetzt sogar auch Tellurnickel $Ni^2 Te^3$ gefunden.

Kupfernickel $\overset{a}{Ni}$.

Der schwedische Mineraloge Hiärne erwähnt es 1694 zuerst (Link Philos. Transact. 1726). Cuprum Nicolai vel Niccoli Cronstedt § 254, Nickel arsenical Hauy, Arsenicknickel, Rothnickelkies, Nickelin, Niccolit.

Sechsgliedrig, aber Krystalle selten. Brooke wies darin eine reguläre sechsseitige Säule nach, und Hausmann fand im Kupferschiefer

von Sangerhausen Dihexaeder mit abgestumpften Endecken von 139° 48′ in den Endkanten und 86° 50′ in den Seitenkanten. Die Dihexaederspitzen sind dem Quarz ähnlich. Ohne blättrigen Bruch. Licht kupferroth, gern dunkel anlaufend, kleinmuscheliger Bruch. Verräth sich häufig durch mitvorkommenden grünen Nickelocker. Härte 5, etwas milde, Gewicht 7,6.

Vor dem Löthrohr schmilzt er unter Abgabe von Arsen zu einer grauen metallischen Kugel. Die geröstete Kugel mit Flüssen behandelt schwimmt im Glase herum, und gibt Reaction auf Nickel. Mit dem Platindraht legirt sie sich sogleich. Im Kolben gibt das Mineral kein Arsenik ab. Schon in kalter Salpetersäure löst es sich plötzlich zu einer smaragdgrünen Flüssigkeit unter Ausscheidung von Arsenik. Ni As mit 44 Ni und 56 As. Häufig etwas Antimon, der im Kupfernickel von Allemont und Balen in den Pyrenäen bis auf 28 Sb steigt.

Bei weitem das wichtigste und verbreitetste Nickelerz auf Arsenik- und Kobaltgängen: Schneeberg, Annaberg, Freiberg, Joachimsthal, Riechelsdorf, Saalfeld, Wittichen. Schladming, Cornwall, Chatam in Connecticut, Copiapo, Rioja in den Laplatastaaten rc. Auch in den „Rücken" des Mansfelder Zechsteins ward er in neuern Zeiten Gegenstand des Bergbaues.

Antimonnickel $\overset{s}{Ni}$.

Breithauptit. Wurde 1833 in kupferrothen Blättchen zu Andreasberg im Kalkspath mit Speiskobalt eingesprengt gefunden (Pogg. Ann. 31. 134). Nach Breithaupt Dihexaeder von 112° 10′ in den Seitenkanten, und folglich 130° 58′ in den Endkanten. Bei Sangerhausen im Kupferschiefer kleine Dihexaeder. Die Farbe ist lichter und reiner als beim Kupfernickel, aber Härte 5 und Gewicht 7,5 gleich. Der blättrige Bruch entspricht der Geradendfläche, wird aber nur als Absonderung angesehen. Jedenfalls sollten Ni As und Ni Sb isomorph sein, um so mehr, da der von Balen Ni (As, Sb) als Verbindungsglied beider angesehen werden kann. Vor dem Löthrohr verdampft Antimon und das schwer schmelzbare Nickel bleibt zurück. Nach der Analyse von Stromeyer 31,2 Ni, 68,8 Sb. Auch durch Zusammenschmelzen gleicher Aequivalente von Nickel und Antimon erhält man eine diesem Erze sehr ähnliche rothe Legirung, bei größerm Zusatz von Antimon wird die Legirung aber weiß und schmelzbarer. Der derbe Arit in den Basses-Pyrénées (Jahrb. 1873. 645) hat 48,6 Sb, 11,5 As, 37,3 Ni rc.

Arseniknickel $\overset{aa}{Ni}$.

Wurde von Hoffmann (Pogg. Ann. 25. 491) benannt und analysirt. Da er zu Schneeberg der stetige Begleiter von Kupfernickel (Rothnickelkies) ist, so nannte ihn Breithaupt dem gegenüber nicht unpassend Weißnickelkies. Nur dieser verwittert leicht zu grünem Nickelocker, nicht der

Kupfernickel. Als nun später sich zeigte, daß es auch einen zweigliedrigen, dem Arsenikkies verwandten Weißnickelkies pag. 827 gebe, so machte Breithaupt für unsern den Namen Chloanthit (χλοανθής aufgrünend), der an den grünen Beschlag erinnern soll.

Regulär wie Speiskobalt, aber Krystalle selten. Doch kommen Würfel, Oktaeder und Granatoeder vor. Zinnweiß, läuft aber leicht grau und schwärzlich an. Härte 5, Gew. 7,1. Der grüne Beschlag läßt ihn leicht von Speiskobalt unterscheiden, dem er im Aussehen sehr gleicht.

Im Kolben gibt er Arsenik ab, und die Probe bedeckt sich mit grünem Ocker. Die Analyse von 28,2 Ni und 71,8 As läßt auf die Formel $Ni As^2$ schließen. Wie beim Speiskobalt das Nickel durch etwas Eisen, auch Kobalt vertreten. Schneeberg, Großkamsdorf, Sangerhausen.

Haarkies $\dot{Ni}$.

Kam früher auf der Grube Adolphus zu Johann-Georgenstadt vor, Werner hielt ihn anfangs für Schwefelkies, Klaproth (Beiträge V. 231) für gediegen Nickel, aber Berzelius wies den Schwefel darin nach. Hausmann nannte ihn daher Nickelkies. Millerit, Nickelblende.

Kleine Nadeln, die reguläre sechsseitige Säulen zu bilden scheinen, also zur Formation des Kupfernickels gehören würden. Miller gibt ein Rhomboeder an, dessen Seitenkanten durch die 2te sechsseitige Säule abgestumpft werden (Pogg. Ann. 36. 476). Farbe zwischen Messing- und Speisgelb, daher mit fasrigem Schwefelkies leicht verwechselbar. Metallglanz, Gew. $5\frac{1}{2}$, Härte 3—4.

Schmilzt unter Spritzen zu einer magnetischen Kugel. Enthält 64,8 Ni, 35,2 S, also Ni S. Joachimsthal, Przibram, Riechelsdorf, Kamsdorf, Cornwallis. Im Thoneisenstein von Merthyrtydvil (Glamorgan) und im Schieferthon von Saarbrücken. In seltener Schönheit findet er sich auf der Gap-Grube in der Grafschaft Lancaster von Pennsylvanien, wo er sogar kleine Lager von $\frac{1}{4}$ Zoll Dicke bildet (Jahrb. 1862. 602). Beyrichit (Jahrb. 1871. 842) von Lammrichs Kaul Fdgrb. am Westerwald enthält ebenfalls nur Schwefel, und könnte $Ni^3 S^4$ sein. Polydymit $Ni^4 S^5$ (Jahrb. 1876. 787) aus dem Siegenschen bildet Zwillinge regulärer Oktaeder, und schließt sich daher wahrscheinlicher an den folgenden

Nickelglanz $\ddot{Ni} + \overset{aa}{Ni} = N S As$.

Schon Cronstedt § 254 erwähnt ihn als „schuppenartigen Kupfernickel" von Loos in Helsingeland, den Pfaff (Schweigger's Journ. 22. 260) analysirte und den Namen gab. Nickelarsenikkies, Arseniknickelglanz, Nickelarsenikglanz, Gersdorffit.

Regulär von der Formation des Glanzkobaltes, aber das **Pyritoeder** nur selten zu beobachten. Würfel ausgezeichnet blättrig, und daran leicht kenntlich. In der Krystallisation herrscht das Oktaeder vor,

daran bildet das Pyritoeder a : ½a : ∞a eine untergeordnete Zuschärfung der Ecken (Haueisen).

Silberweiß ins Graue, durch Anlaufen dunkeler werdend. Schwacher Metallglanz. Härte 5—6, Gew. 6,1.

Im Glaskolben verknistert er stark und gibt rothes Schwefelarsenik, auf Kohle Schwefel und Arsen und schmilzt dann zu einer Kugel, welche mit Flüssen behandelt anfangs Kobalt-, dann Nickelreaction zeigt. Berzelius Analyse des Schwedischen von Loos gab 29,9 Ni, 0,9 Co, 4 Fe, 45,4 As, 19,3 S, woraus die Formel

$$(Ni, Co, Fe)\,As^2 + (Ni, Co, Fe)\,S^2$$

folgt. Ausgezeichnete Fundorte der Antimonfreien sind Loos, Grube Albertine bei Harzgerode auf dem Unterharz, besonders Haueisen bei Lobenstein im Spatheisenstein, Grube Jungfer bei Müsen, Schladming ꝛc. Verräth sich öfter durch grünen Nickelocker.

Nickelantimonglanz (Ullmannit) $Ni\,S^2 + Ni\,Sb^2$ hat anstatt Arsenik Antimon, im Uebrigen dem Nickelglanz ganz gleich, nur dunkelfarbiger (blei- und stahlgrau). Wurde zuerst von der Grube Landskrone im Siegen'schen (Westerwald) bekannt, wo er wie gewöhnlich mit Spatheisen und Bleiglanz bricht. H. Rose fand darin 27,4 Ni, 55,8 Sb, 16 S. Die etwas größere Schwefelmenge rührt vom eingesprengten Bleiglanz her. Vor dem Löthrohr geben sie blos Antimonrauch. Früher hatte Klaproth VI. 329 einen Nickelspießglanz von Freusburg auf dem Westerwalde analysirt, und 25,2 Ni, 47,7 Sb, 11,7 As, 15,2 S gefunden, was $Ni\,S^2 + Ni\,(Sb, As)^2$ gibt. Wenn man nun bedenkt, daß auf gleichen Gruben bei Harzgerode, Lobenstein ꝛc. Arsenik- und Antimonnickelglanz neben einander vorkommen, so ist bei der Gleichheit des Blätterbruchs kein Gewicht auf die Unterschiede zu legen. Kobell's Amoebit von Lichtenberg bei Steben im Fichtelgebirge soll $(Ni, Fe)^2\,(As, S)^3$ sein, hat aber den gleichen Würfelbruch. Ullmannit und Korynit (Sitzb. Wien. Akad. 60. 809) vom Rinkeberge in Kärnthen haben sehr wechselnde Mengen von S und As.

Nickelwismuthglanz Kobell (Erdmann's Journ. prakt. Chem. VI. 332) von Grünau, Grafschaft Sayn-Altenkirchen in Westphalen. Kleine reguläre Oktaeder mit blättrigem Bruch. Stahlgrau, Härte 4—5, Gew. 5,1. Enthält 40,6 Ni, 14,1 Bi, 38,5 S, 3,5 Fe, 1,7 Cu, 1,6 Pb, woraus Kobell die Formel $10\,Ni\,S^3 + Bi\,S^3$ construirt. Soll ein Gemisch von Wismuthglanz und Polydymit pag. 825 sein.

Tombazit Breithaupt (Journ. prakt. Chem. 1883. XV. 330) vom freudigen Bergmann zu Kl. Friesa bei Lobenstein, tombakbraun wie Magnetkies, aber würfelig blätterig, Gew. 6,64. Scheint dem Nickelglanz verwandt und sitzt auf Spatheisenstein.

Nickelspeise $Ni^3\,As^2$.

Ein Kunstproduct (Pogg. Ann. 25. 302 und 28. 433), das bei Blaufarbenwerken in glänzenden Tafeln des viergliedrigen Systems krystallisirt, be-

stehend im Oktaeder o = a : a : c mit sehr ausgedehnter Geradendfläche c = c : ∞a : ∞a. Der Seitenkantenwinkel beträgt 115° 39'. Zuweilen noch ein schärferes Oktaeder a : a : 2c. Die Farbe licht tombakbraun, mit starkem Glanz, im Aussehen leicht mit einem natürlichen Mineral verwechselbar. Wöhler's Analyse gab 54,1 Ni, 45,9 As. Nickelocker verräth den Nickelgehalt. Breithaupt's Plakodin (Pogg. Ann. 53. 631) scheint das Gleiche. Vergleiche auch den licht kupferrothen Antimonnickel (Leonhard's Jahrb. 1853. 179). Der Hüttenmann unterscheidet Kobaltspeise $(Ni, Co)^3 As$, Nickelspeise $(Ni, Co, Fe)^4 As$, Bleispeise $(Fe, Ni, Co)^4 As$, Raffinatspeise $(Ni, Co)^4 As$ (Plattner Probierkunst 314), die als Hauptmaterial zur Gewinnung für

Nickel dienen. Dasselbe hat röthlichgraue Farbe, ist vollkommen dehnbar (zwischen Eisen und Kupfer), rostet viel schwerer als Eisen, aber eben so stark magnetisch liefert es vortreffliche Magnetnadeln. Obgleich streng flüssig, so läßt es sich doch in großen Parthien schmelzen. Gew. 9,2. Das Neusilber (Argentan) von der Farbe des 12löthigen Silbers, aber weniger anlaufend, besteht aus 53,4 Cu, 29,1 Zn, 17,5 Ni. Auch der chinesische Packfong enthält Nickel. Die N i c k e l s p e i s e mit ungefähr 50 p. C. Nickel steht daher in hohem Werth, der Centner kostete früher 200 fl., jetzt 1500 Mark. Die galvanische Vernickelung des Eisens und anderer rostenden Metalle und die Anwendung zu Scheidemünzen (3 Cu + 1 Ni) hat die schnelle Preissteigerung herbeigeführt. Unser deutsches Reich bedarf dazu allein gegen 4 Millionen Kilogramm á 10 Thaler. Das hat die Nickelwerke in große Thätigkeit versetzt, nicht blos die Arseniate und die kleinen Beimischungen in den Schwefelmetallen werden in Pennsylvanien, Brasilien, Schweden, Tyroler Alpen 2c. ausgebeutet, sondern man greift auch zu den Silicaten, die in Neu-Caledonien 6—20 Ni und im Pimelit von Malaga 9 p. C. enthalten (Cmpt. rend. 83. 230), und das geschmeidigste Kobaltfreie Metall liefern. Ja für die Zukunft scheint sogar noch das Nickel im gediegenen Eisen pag. 717 in Aussicht zu stehen, wenn sich davon die scheinbar irdischen Funde bewahrheiten sollten.

M o l y b d ä n e r z e.

Μολύβδαινα heißt Graphit pag. 743, weil das Molybdän lange damit verwechselt wurde, bis endlich Scheele 1778 ein eigenthümliches Metall darin entdeckte. Molybdän spielt keine bedeutende Rolle, doch haben wir die Molybdänsäure $\dddot{M}o$ bei den Bleisalzen pag. 604 und als Molybdänocker kennen gelernt. Das Hauptvorkommen bleibt immerhin das geschwefelte Molybdän. Von ihm stammen die geringen Mengen in Kupfer- und Zinnhüttenproducten.

Molybdän $\ddot{M}o$, Molybdänit, Molybdänglanz, Wasserblei.

6gliedrige Tafeln, zuweilen mit dihexaedrischen Abstumpfungen. Die Geradendfläche ist k r u m m b l ä t t r i g, wie Talk, daher auch von Romé

de l'Isle damit zusammengestellt. Man hat zwar gemeint, sie wären wie Klinochlor 2 + 1gliedrig, doch sollen die Krystalle von Narksak in Grönland entschieden hexagonal sein.

Farbe frisch bleigrau, mit einem starken Stich ins Roth, stärker als beim Bleiglanz. Doch muß man sich bei denen vom Altenberger Zinnstock durch das mitvorkommende erdige Eisenoxyd nicht verführen lassen, die Farbe für röther zu halten als sie ist. Härte 1—2, abfärbend und schreibend wie Graphit. Gew. 4,5. Auf der glatten Glasur von weißem Porzellan gibt es einen grünlich grauen Strich. Gemein biegsam und etwas fettig sich anfühlend. Isolirt gerieben negativ elektrisch.

Vor dem Löthrohr in der Platinzange färbt es die Flamme deutlich zeisiggrün (gelbgrün), auf Kohle schmilzt es nicht, gibt schweflige Säure ab, und erzeugt einen schwach kupferrothen Beschlag von Molybdänoxyd, der sich innerhalb des weißen Beschlages findet. Mit Salpeter im Platinlöffel verpufft es zu Molybdänsaurem Kali. Schon Buchholz wies im Altenberger 60 Mo und 40 Schwefel nach, was gut mit der Formel $Mo\,S^2$ stimmt.

Kommt eingesprengt in verschiedenen Urgebirgsgesteinen, Gneis, Granit, Porphyr, Syenit, Chloritschiefer ꝛc. vor. Besonders reich sind die Zinnsteinstöcke von Altenburg in Sachsen, Schlackenwalde und Cornwallis bedacht, wo man es käuflich haben kann. Breithaupt's Silberphyllinglanz, dem Molybdän ähnlich, aber etwas grauer scheint im Wesentlichen Selenmolybdän zu sein, mit einem kleinen Gehalt an Silber und 4,9 Gold. Eingesprengt im Gneis von Deutsch-Pilsen (Honther Comitat). Auch das Molybdän von Schlackenwalde soll etwas Selenhaltig sein.

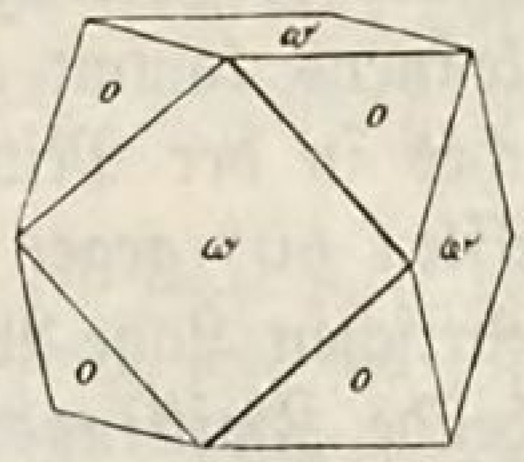
Bleierze

gehören zu den allergewöhnlichsten der Erzgänge, und sind daher ein wichtiger Gegenstand des Bergbaues, wichtig nicht blos wegen ihres Blei-, sondern namentlich auch wegen ihres Silbergehaltes. Auch das Selen scheint in der Natur an Blei mehr gebunden vorzukommen, als an irgend ein anderes Metall. Wir haben zwar oben an Weißbleierz pag. 526, Vitriolblei pag. 548, Buntbleierz pag. 567, Bleisalzen pag. 598, Bleiocher pag. 810, gediegen Blei pag. 728, Tellurblei pag. 737 schon die Wichtigkeit und Verbreitung gesehen, aber die meisten von diesen scheinen lediglich durch Zersetzungsprocesse vom Bleiglanz erst entstanden zu sein, von vielen läßt sich das sogar mit Gewißheit behaupten. Da Blei von Schwefel- und Salzsäure in der Kälte, von verdünnter Schwefelsäure auch in der Hitze nicht angegriffen wird, so schätzt es der Techniker sehr hoch. Europa allein gewinnt im Durchschnitt jährlich über 5 Mill. Centner pag. 728. Preußen hat es sogar in den letzten Zeiten auf mehr als 2 Mill. gebracht; England förderte 1871 94,000 Tonnen Erz, was 69,000 Tonnen Blei und 761,500 Unzen Silber gab.

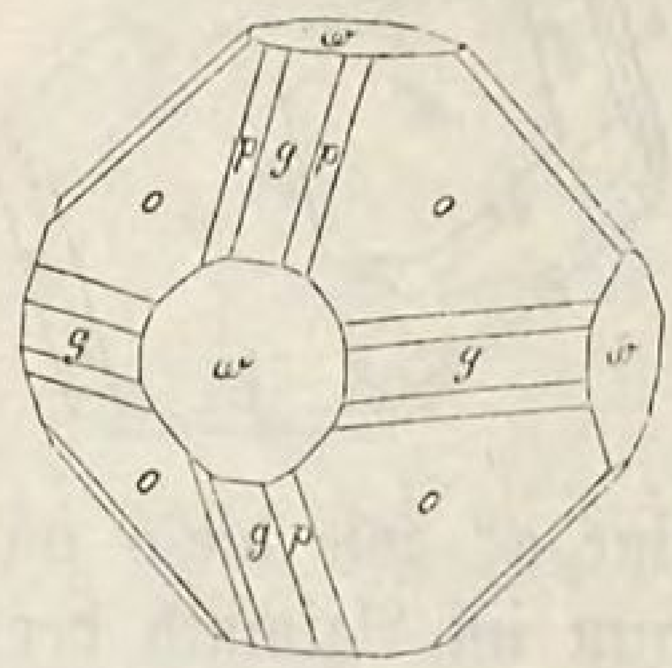
Bleiglanz Pḃ.

Bei Agricola 705 schlechthin Glantz (lapis plumbarius) genannt. Galena Plinius 33. 31 ist silberhaltiger Bleiglanz, unter demselben Namen führt ihn auch Agricola 705 »Galena Glantz vnd plei ertz« auf. Plomb sulfuré, Sulphuret of Lead. Galenit. Schrauf (Jahrb. 1873. 419) hat die Flächen zusammengestellt, denen Prof. Sadebeck (Ztschr. d. geol. Gesellsch. 1874. XXVI. 619) noch einige neuere hinzufügte.

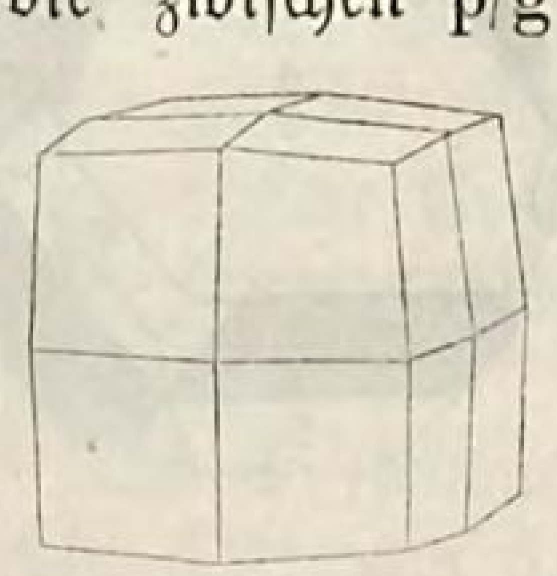
Reguläres Krystallsystem. Würfel hat einen so ausgezeichnet dreifach blättrigen Bruch, daß es kein zweites Beispiel gibt, was ihm gleichkommt. Daher bei Wallerius auch Würfelerz genannt. Bei Freiberg die gewöhnlichste Krystallfläche.



Oktaeder stumpft die Ecken ab, dann entstehen ausgezeichnete **Cubooktaeder**; in Sachsen sehr verbreitet. Auf der Albertine bei Harzgerode gesellt sich noch das Granatoeder hinzu. Außerdem werden daran die Kanten zwischen Granatoeder und Oktaeder durch das **Pyramidenoktaeder** p = a : a : 2a abgestumpft, nirgends ausgezeichneter als am Bleiglanz, daher nannte sie Haidinger Galenoide. Zuweilen fast selbständig, Dufrénoy Tab. 97. Fig. 272. Seltener beobachtet man eine Abstumpfung zwischen Oktaeder und Würfel, meist dem Leucitoide a : a : $\frac{1}{3}$a angehörend, obwohl noch viele andere 211, 411, 511, 611 ꝛc. gemessen sind. Naumann (Pogg. Ann. 16. 487) führte aus der Werner'schen Sammlung einen Würfel von der alten Hoffnung Gottes mit Oktaeder, Granatoeder, Leucitoid und zwei Pyramidenoktaedern 7a : 4a : 4a, und 5a : 4a : 4a auf, die zwischen p/g auftreten, während 133 und 144 die Kanten o/p abstumpfen.



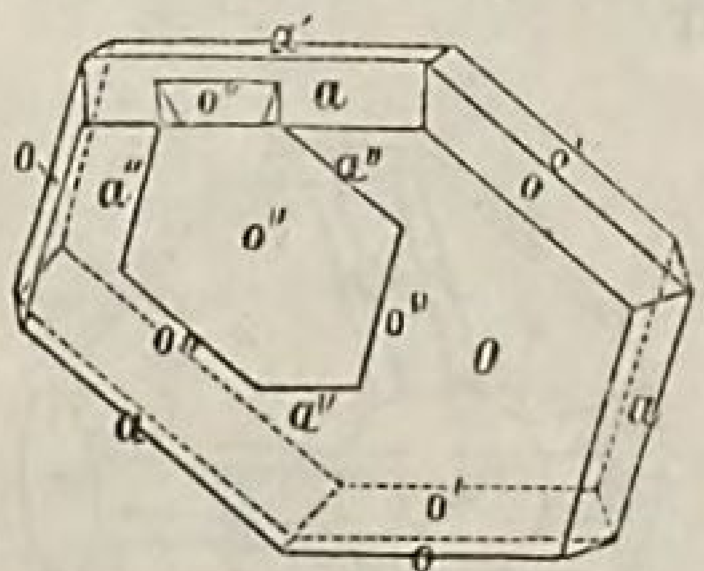
In Cumberland kommen sogar Würfel vor, auf welchen Leucitoidflächen a : 12a : 12a, selbst a : 36a : 36a sich kaum erheben, sie lassen sich nur noch durch Erhöhungen längs der kurzen Diagonalen der Würfelflächen erkennen, und um das scharfe Bestimmen solcher Flächen bleibt es immerhin eine mißliche Sache.



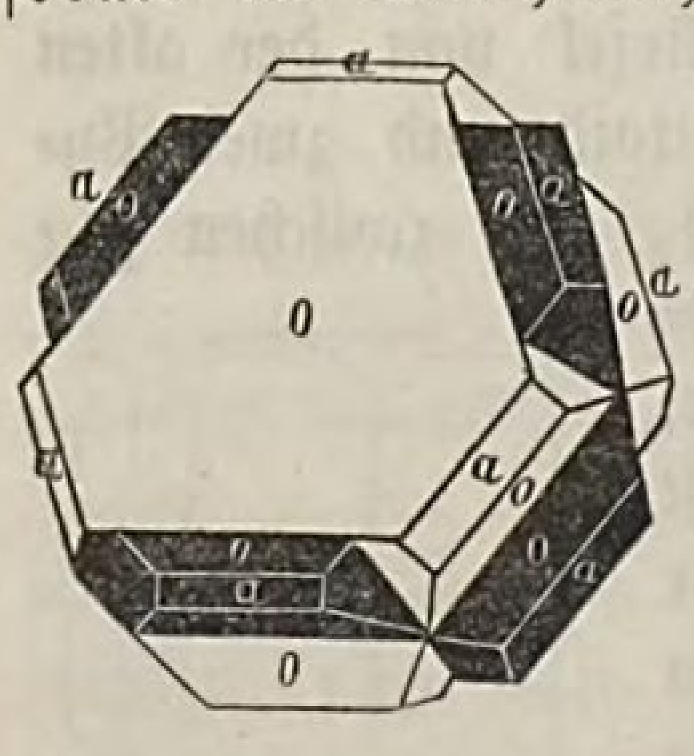
Scacchi in Neapel (Ztschr. d. geol. Ges. 1863 XV. 25) hat sich mit solchen Störungsflächen pag. 139 beschäftigt, und die Erscheinung Polyedrie genannt, wie wir es so ausgezeichnet beim Flußspath pag. 554 finden, wo die Streifungen den Würfelkanten, während sie hier gewöhnlich den Diagonalen (Oktaederkanten) parallel gehen. Die Flächen werden dadurch krumm, spiegeln nicht recht, und gehen dann geradezu in sogenannte „geflossene Krystalle" über, deren Oberfläche mit allerlei bizarren Buckeln bedeckt ist, wie wir das besonders schön zu Gonderbach bei Laasphe

in Westphalen finden. Trotz dem blendenden Glanze der Krystalle von Werlau bei St. Goar spiegeln die Flächen doch schlecht.

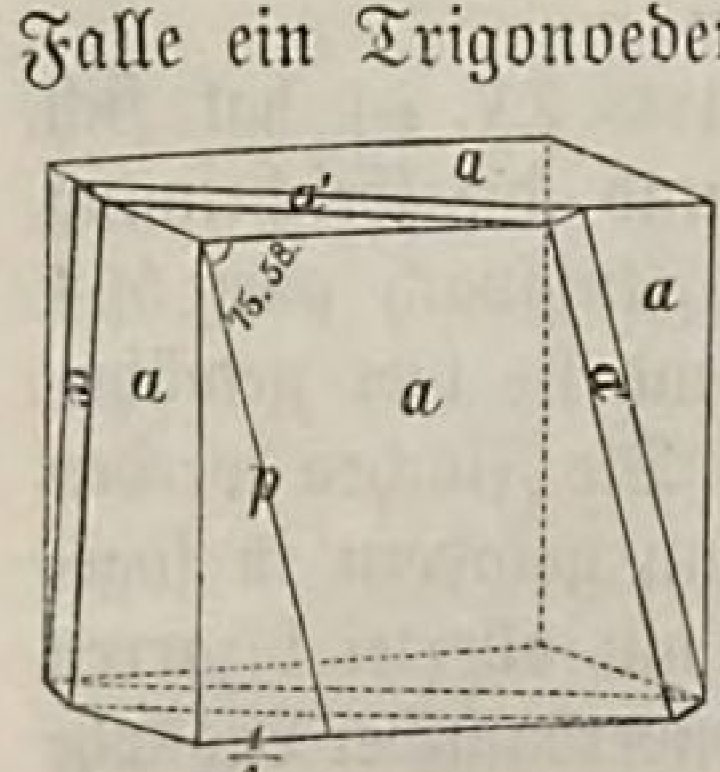
Zwillinge sehr schön bei Freiberg, Neudorf, Clausthal ꝛc. Die Cubooktaeder haben eine Oktaederfläche gemein, und liegen umgekehrt, aber beide Individuen greifen meist so weit in einander über, daß bei der Verziehung der Flächen das Erkennen Schwierigkeit macht. Indeß kann man nach der Lage der blättrigen Brüche sich leicht orientiren. Ob die Individuen nun auf-, durch- oder nebeneinander liegen ist eine ziemlich gleichgültige Sache. Man hat nur auf das Einspiegeln der gemeinsamen Oktaederfläche zu sehen, die gewöhnlich breit wird. Wenn uns aber das verläßt, so muß man die blättrigen Brüche suchen, die wie beim Rhomboederzwilling mit einander correspondiren. Die Schwierigkeit des Erkennens kommt gerade durch das Cubooktaeder: denkt man sich ein solches in der Mitte parallel einer Oktaederfläche durchgesägt, und die Hälften 60° gegen einander verdreht, so correspondiren in dieser rhomboedrischen Lage Würfel mit Würfel und Oktaeder mit Oktaeder. Nebenstehende **Zwillingsplatte** von Windeck im Bergischen macht das klar: die



sechsseitige Tafel o mit ihren anliegenden ooo (Oktaeder) und aaa (Würfel) wäre leicht verständlich, wenn sich unten die entsprechenden o'o'o' und a'a'a' durchaus gleichmäßig anlagerten. Das ist nun zwar zum Theil der Fall, aber es kommt dann noch eine theilweise Durchwachsung hinzu, wie das Stück o'' zeigt, welches seine a'' wie die o und seine o'' wie die a legt. Auf diese Weise kämen dann im Azimuth der Tafel statt drei nun sechs Blätterbrüche zu liegen, sobald die Durchwachsung eine vollständige wäre, wie sie zuweilen bei



Freiberg vorkommt, was unsere etwas idealisirte Figur darstellen soll. Wir haben hier ein weißes und ein schwarzes Individuum blos mit Oktaeder- o und Würfelflächen a. Denken wir uns die obern drei schwarzen Ecken ooo weg, und ebenso die untern weißen, wovon nur zwei oo ins Auge treten, so haben wir drei Ecken, woran wie unten rechts je ein schwarzes und weißes a mit einander correspondiren, die Blätterbrüche bilden in diesem Falle ein Trigonoeder pag. 93. So wie nun aber eine oder die andere Ecke vermöge Durchwachsung wieder zum Vorschein kommt, so erscheint gleich zwischen den dreien im Azimuth ein blättriger Bruch mehr, und bei vollständiger Durchwachsung gibt es sechs, wie die aaaaaa im Kreise zeigen.



Knicke und Streifen finden wir auf den blättrigen Brüchen gar häufig. Sadebeck (Ztschr. d. geol. Ges. XXVI. 631) vermuthet darin sogar ein

besonderes Zwillingsgesetz, wornach die Individuen eine Pyramidenoktaederfläche $p = a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{4}a$ gemein hätten und umgekehrt lägen. Um sich das klar zu machen, darf man nur einen Würfel parallel dieser Fläche halbiren. Dieselbe ist oben und unten von der medianen Diagonale $\frac{1}{8}$ entfernt, und halbirt die zwei aufrechten gegenüberliegenden Kanten. Die ein- und ausspringenden Winkel betragen an der Zwillingslinie 159° 55', eine Knickung, die auf dem Blätterbruch sehr in die Augen fällt. In der Zwillingskante a/a' der aufrechten Kante wird der Winkel 91° 44'. Während die Zwillingsstreifen auf der obern Seite der Diagonale parallel gehen, machen sie seitlich mit den horizontalen Würfelkanten 75° 58' oder deren Supplement. Einfache Zwillingsbildung sieht man nie, sondern es sind immer nur Einschiebsel a', die sich aber häufig, und zwar auf mehreren Seiten wiederholen. Auch Verziehungen nach vier- und dreigliedriger Art finden sich zuweilen.

Frischbleigrau mit einem Stich ins Roth. Stärkster Metallglanz, der auf frischem Bruch das Auge blendet, und in sofern unerreicht, es ist der Diamant der Erze. Strich gräulich schwarz. Härte 2—3, etwas milde, Gew. 7,5.

Vor dem Löthrohr verknistert er zwar stark, doch zwingt man ihn durch langsames Erwärmen bald zum Bleiben, er schmilzt dann leicht unter Ausscheidung von Blei, während die Kohle einen weißen Beschlag von schwefelsaurem Bleioxyd mit einem innern gelben Kranz von Bleioxyd bekommt. Bei großen Proben schwimmt der Regulus bald in flüssiger Bleiglätte von gelber Farbe. Ist er Antimonhaltig, so setzt sich das Antimonoxyd mit dem weißen Kranze ab. Um geringere Mengen von Antimon zu erkennen, muß man den gepulverten Bleiglanz mit Soda mischen und im Reductionsfeuer behandeln. Der Schwefel zieht sich dann mit dem Natrium in die Kohle, und kommt jetzt noch ein weißer Beschlag, so rührt er vom Antimon her. Durch langes Blasen auf die Probe verflüchtigt sich alles Blei, und zuletzt bleibt ein kleines Silberkorn, was zum Wägen zu klein, aber wohl zu messen ist pag. 690. Nur zuletzt muß man etwas vorsichtig sein, weil die kleine silberreiche Probe leicht von der Kohle springt. In concentrirter Salpetersäure löslich unter Ausscheidung von Schwefel. Zink fällt aus der Lösung Blei.

Pb S mit 86,5 Pb und 13,5 S, der Silbergehalt geht in seltenen Fällen bis auf 1 p. C. Gewöhnlich schwankt er zwischen 0,01 und 0,1 p. C., d. h. $\frac{1}{3}$—$3\frac{1}{2}$ Lth. im Centner, 4—9löthige erklärt der Bergmann für silberreich. Zuweilen Goldhaltig (Kremnitz), Platinhaltig in der Charente (Pogg. Ann. 31. 16). Antimon und Arsenik öfter in solcher Menge, daß ein zufälliges Gemenge von Przibram Steinmannit genannt wurde. Eisen, Zink, Kupfer, Selen rc. In der Sierra de Gador in Spanien wird ein glänzender Antozon-Bleiglanz erwähnt, der beim Zerschlagen stark riechen, und beim Reiben phosphoresciren soll.

Verbreitung. Hauptsächlich auf Gängen, die oft mit außerordentlicher Regelmäßigkeit zur Tiefe setzen, wie zu Huelgoat in der Bre-

tagne. Im Gneise von Freiberg, auf dem Schwarzwalde in der wilden Schappach silberarm, im Teufelsgrunde silberreich. Im Uebergangsgebirge des Harzes bei Clausthal, Zellerfeld, Neudorf &c., im rheinischen Schiefergebirge zu Müsen, Siegen, Westphalen, Nassau. Besondern Ruf genießen die Bleierzgänge im Bergkalk des nördlichen England, wo sie im Northumberland und den angrenzenden Grafschaften Derbyshire (Castleton, Cromford), Cumberland (Alston Moor) &c. 400 englische Quadratmeilen bedecken. Schon Plinius 34. 49 sagt davon, sed in Britannia summo terrae corio adeo large, ut lex ultro dicatur, ne plus certo modo fiat. England stand daher lange an der Spitze der Bleiproducirenden Staaten. Das Ganggestein bilden die schönsten Kalk-, Fluß- und Schwerspäthe.

Ganz verschieden davon ist das Vorkommen im Flözgebirge: krystallinischen Bleiglanz findet man öfter mitten im weißen Keupersandstein eingesprengt, im Buntensandstein der Eiffel (Bleiberg bei Commern, Bergamtbezirk Düren) werden die mächtigen „Knottenerze" theilweis im Tagebau gewonnen: sie liegen mit Weißbleierz gemischt in dem weißen mürben Sandstein in solcher unerschöpflichen Masse, daß die Grube Meinertzhagen in einem Jahre 16 Mill. Ctr. Knottenerz mit 4—23 p.C. Blei, das 0,8 Loth Silber enthält, liefert. Im Muschelkalk von Tarnowitz finden sich Nester von silberhaltigem Bleiglanz mit Galmei, ähnlich im Dolomite des Kärnthischen Bleiberges (Villach). Aber alle diese halten dennoch keinen Vergleich aus mit den Bleiglanznestern im Kalkgebirge der Alpujarras der südlichen Vorkette der Sierra Nevada in Spanien, besonders bei Berga und Gador: ein Erzfeld mißt ¼ Quadratstunde, worin mehrere Ellen mächtige Erzwände in Lehm gehüllt zu Tage treten. Schon 1822 standen die Gruben wieder in schwunghaftem Betrieb, 1829 waren 80 Schachte und 1500 Schurfversuche gemacht, worin 10,000 Bergleute 1 Mill. Ctr. Erze gewannen, das auf den Rücken von 2000 Maulthieren aus dem wilden Gebirge herabgeführt wurde, und woraus man über eine halbe Million Ctr. Blei gewann. Das drückte die deutschen Werke gewaltig. Zu Carthagena sollen die Alten schon 2000 v. Chr. Gruben gehabt haben, die jetzt wieder aufgenommen jährlich 25,000 Tonnen Blei mit 50,000 Kilogramm Silber liefern. Aber dennoch scheint der Reichthum in

Amerika noch bedeutender. Schon die alten Indianer gaben das glänzende Erz den Todten mit ins Grab. Im Staate Missouri wurde er 1720 entdeckt, er erstreckt sich dann über einen Theil von Illinois, Iowa, besonders aber nach Wisconsin. Der Bleiglanz in Begleitung von Blende und Galmei lagert in oberflächlichen Spalten des Uebergangskalkes (Epochen der Natur pag. 338), ist auch wie Bohnerze in eisenschüssigen Lehm gehüllt. Auf einer Strecke von 87 engl. Meilen von Ost nach West und 54 Meilen von Süd nach Nord soll kaum eine englische Quadratmeile sein, wo nicht die Spuren von Bleiglanz sich fänden. Die Werke gehen selten über 25 bis 30 Fuß Tiefe hinab. Es gibt Orte,

wo der Mann täglich 8000 ℔ Erz gewinnt. Auf einem einzigen Flecke von 50 Quadrat-Yards wurden 3 Millionen Pfund gefördert, und die Gruben am obern Mississippi liefern jährlich an 760,000 Pigs (Dana Miner. pag. 489).

Krystallisirter Bleiglanz, nicht selten in mehreren Zoll großen Würfeln, in Amerika bis 60 ℔ schwer, findet sich gewöhnlich in den obern Teufen der Gänge, wo Drusenräume Platz zum Krystallisiren gaben. Der sogenannte „schillernde Bleiglanz“ vom Himmelsfürst bei Freiberg ist nach Breithaupt eine regelmäßige Verwachsung von gelber Blende und Bleiglanz, deren blättrige Brüche lagern wie es der Krystall verlangt (Jahrb. 1861. 577).

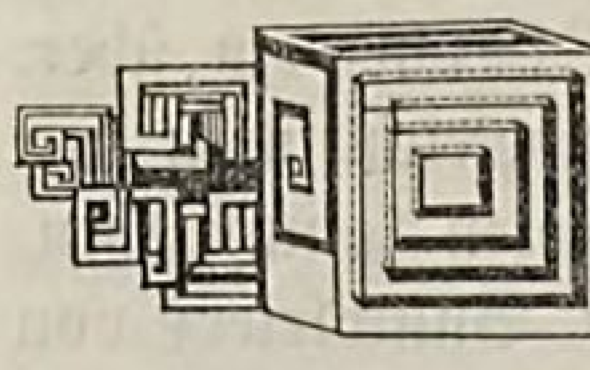
Körniger Bleiglanz füllt dagegen in derben Parthieen die Gänge. Sehr grobkörnig kommt er bei Freiberg, in der Schappach ꝛc. vor. Von mittlerem Korn auf dem Oberharze. Blumig blättrig zu Gersdorf. Bunt angelaufen in Derbyshire. Das Korn wird zuletzt so fein und gleichartig wie beim schönsten Dolomit, ohne an frischer Farbe einzubüßen. Endlich beim

Bleischweif erkennt man das Korn nicht mehr deutlich, die Farbe wird schwärzer, und mit dem dichten Bruch pflegt auch die Verunreinigung durch Antimon, Zink, Eisen ꝛc. zuzunehmen. Die Masse wird striemig, schaalig, traubig, und geht gern in erdigen Bleimulm über. Bleischweif zeigt oft Spiegelflächen. Wenn das Schwefelantimon zunimmt, so läßt sich die Grenze nach den Spießglanzbleierzen kaum ziehen. Vergleiche auch Weißgiltigerz. Die Afterkrystalle nach Buntbleierz von Bernkastel sind auch gewöhnlich mit Bleischweif erfüllt, welche Breithaupt (Jahrb. 1862. 483) Sexangulit nannte, und für Dimorphismus ausgab. Zu Wheal Hope und Cornwall besteht dagegen die meist satte Füllung der regulären sechsseitigen Hüllen aus dem glänzendsten körnigen Bleiglanz, der offenbar mit dem Phosphorsauren Blei nichts zu schaffen hatte, sondern nur die Hohlräume einnahm, welche er vorfand.

Silberarmer Bleiglanz kommt roh unter dem Namen Glasurerz (Alquifoux) in den Handel, da ihn die Töpfer zur Glasur ihrer Waare benutzen können. In der wilden Schappach kostete der Ctr. 8—10 fl., am Commerschen Bleiberge nur 4 fl. Am silberhaltigsten sind nicht selten die feinkörnigsten, wie z. B. 12löthig auf dem Schindler Gang im Teufelsgrunde im südlichen Schwarzwalde: diese pflegen dann auf besondern Poch- und Waschwerken aufbereitet zu werden, das Erz scheidet sich wegen seiner Schwere als feinster Bleiglanzsand (Schliche) und man kann so die unbedeutendsten Mengen aus den Ganggesteinen gewinnen. Das „Schmelzgut“ mischt man nun entweder mit Eisen und schmilzt, es bildet sich dann Schwefeleisen, und Blei wird frei (Niederschlagarbeit); oder man röstet den Bleiglanz an der Luft, ein Theil bildet dann $\dot{P}b$, $\dot{P}b\,\dddot{S}$ und schweflichte Säure entweicht. Man setzt die Arbeit so lange fort, bis es zu $\dot{P}b + \dot{P}b + \dddot{S}$ geworden ist, diese geschmolzen wirken so auf einander ein, daß 2 Pb + 2 $\ddot{S}$ entsteht, welch letztere entweicht. Das fal-

lende Werkblei enthält neben allem Silber noch Antimon, Arsenik, Kupfer, Zink rc. Da silberhaltiges Blei bei einem gewissen Verhältniß leichter schmilzt als reines, so bringt man nach dem Pattison'schen Verfahren es nochmals in Fluß, und läßt es unter fortwährendem Umrühren erkalten. Jetzt läßt man Wasserdampf durchgehen. Es setzt sich dann eine stets zunehmende Menge silberarmer Krystalle ab, die man abnimmt, so daß die übrige flüssige Masse auf den 10fachen Silbergehalt kommt. Dieses silberreiche Blei bringt man auf einen Treibheerd, und läßt einen Luftstrom darüber fahren, es bildet sich Bleiglätte, die abfließt, und zuletzt bleibt das Silber über. Anfangs hat es noch eine Regenbogenhaut unedler Metalle, mit einem Male zerreißt diese, und das „Silber blickt" zum Zeichen der Reinheit. Parkes scheidet das Silber durch Zink (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 55. 506). Dieses Abtreiben wird jedoch immer mehr verlassen, man sucht vielmehr durch Pattisoniren oder Zinkprozeß gleich ein Handelsproduct zu erzeugen (Berg. Hütt. Ztg. 1869. XXIX. 379). Bleiglanz gepulvert mit Salzsäure und Zink erwärmt fällt Blei, wird auch im Großen angewendet.

In jedem Bleiofen erzeugen sich in den Ofenbrüchen **Bleiglanzwürfel**, die obschon zellig so doch außerordentlich scharfkantig zu den schönsten krystallinischen Hüttenprodukten gehören. Sie laufen meist bunt an, und bilden sogenannte Kastendrusen pag. 323, wie nebenstehende Krystalle von der Lautenthaler Hütte auf dem Oberharze zeigen. Man sieht hier deutlich, daß die Kanten vorauswachsen, und dann wie beim Salz sich die Flächen erst ausfüllen (Ulrich, Berg. Hütt. Zeit. XIII. 245). Laurion pag. 691 ist wegen seiner alten Schlacken berühmt, woraus die Franzosen noch jährlich 200,000 Ctr. Blei darstellen sollen. Man schätzt die Haufen auf 60 Millionen Ctr. im Werthe von 90 Mill. Mark.



Cuproplumbit $\dot{P}b^2 \dot{C}u$. Breithaupt (Pogg. Ann. 61. 672) von Chile. Der würflige Blätterbruch etwas undeutlicher als beim Bleiglanz, schwärzlich bleigrau, wie das ihn umhüllende Kupferglas, Gew. 6,4. Alisonit $\dot{P}b\,\dot{C}u^3$.

Johnston führt von Dufton auch ein erdiges blaulich graues Supersulphuret of Lead (Ueberschwefelblei, Johnstonit) an, welches am bloßen Kerzenlichte Feuer fängt und mit blauer Flamme fortbrennt. Die Analyse gab 90,4 Pb S und 8,7 Schwefel. Neu-Sina in Siebenbürgen, Grube Victoria bei Müsen (Jahrb. 1834. 55, 1855. 808).

Selenblei $\overset{\sigma}{Pb}$.

Clausthalit. Berzelius entdeckte 1817 das Selen im Schwefel, der aus den Kiesen von Falun gewonnen wird. Als er sich mit dessen Eigenschaften beschäftigte, fand es sich schon als wesentlicher Gehalt im Selenkupfer und Eukairit des Serpentins von Skrickerum. 1825 wurde auf

dem Harze (Pogg. Ann. 2. 403 und 5. 271) das Selenblei erkannt, ohne Zweifel das wichtigste unter allen Selenerzen.

Regulär, würfelig blättrig, wie Bleiglanz und äußerlich davon kaum zu unterscheiden. Kommt meist nur in derben feinkörnigen Massen vor. Die Farbe ein wenig lichter, Härte 2—3, Gew. 8,2—8,8, also entschieden schwerer.

Vor dem Löthrohr raucht es stark, verbreitet einen Rettiggeruch, die Kohle zeigt kalt einen röthlichen Beschlag, auch reducirt sich kein Blei, die Probe schmilzt daher nicht, sondern wird nur allmählig kleiner. Manche geben ein Silberkorn. Salpetersäure greift es an, und Selen scheidet sich mit röthlicher Farbe aus.

Pb. Se mit 72,4 Pb und 27,7 Se.

Auf dem Harze in Eisensteingruben, wo die Thonschiefer an den Grünsteinkuppen abschneiden. Wurde zuerst von der Grube Lorenz bei Clausthal analysirt (Pogg. Ann. 2. 403), und zeigte neben Blei einen geringen Kobaltgehalt. Auf der Grube Brummerjahn bei Zorge ist es schon im Anfang des Jahrhunderts gewonnen, aber verkannt. Grube Carolina bei Lerbach, Tilkerode auf dem Unterharze; obgleich nur nesterweise, so ist doch durch die Bemühungen des Bergraths Zinken auf dem Mägdesprunge letzterer Fundort zu dem wichtigsten geworden (Pogg. Ann. 3. 271). Emanuel Erbstolln zu Reinsberg bei Freiberg (Pogg. Ann. 46. 279) ein 2—5″ mächtiger Gang im Braunspath. Auffallender Weise kommt es nie mit Bleiglanz vor, und enthält „keine Spur von Schwefel". Bleiglanzartig sind ferner noch folgende:

Selenquecksilberblei (Hg, Pb) Se Pogg. Ann. 3. 297 von Tilkerode. Bleigrau und dreifach blättrig.

Selenkobaltblei 6 Pb Se + Co Se von Tilkerode und Clausthal ist nur durch 3 p. C. Kobalt verunreinigt, sonst hat es auch den dreifach blättrigen Bruch.

Selenkupferblei ist nur in dichten unblättrigen Massen von Tilkerode und Tannenglasbach bekannt, letzteres scheint nach Naumann einen dreifach blättrigen Bruch zu haben. Blei- und Kupfergehalt variiren sehr gegen einander. Man nimmt dreierlei an:

Pb Se + Ɇu Se 47,4 Pb, 15,4 Cu, 1,3 Ag, 34,3 Se, Tilkerode.

2 Pb Se + Ɇu Se 59,7 Pb, 7,9 Cu, 0,3 Fe, 30 Se, Tilkerode und Tannenglasbach.

4 Pb Se + Ɇu Se 63,8 Pb, 4 Cu, 2 Si, 29,3 Se, Tannenglasbach. Vielleicht entsprechen sie dem Cuproplumbit. Nehmen wir dazu noch Selensilber, Selenkupfersilber (Eukairit), Selenkupfer, Selenkupferthallium (Crookesit), Selenquecksilber, Selenschwefel, so sind damit die wichtigsten Selenfossilien zusammengestellt.

Zinkerze.

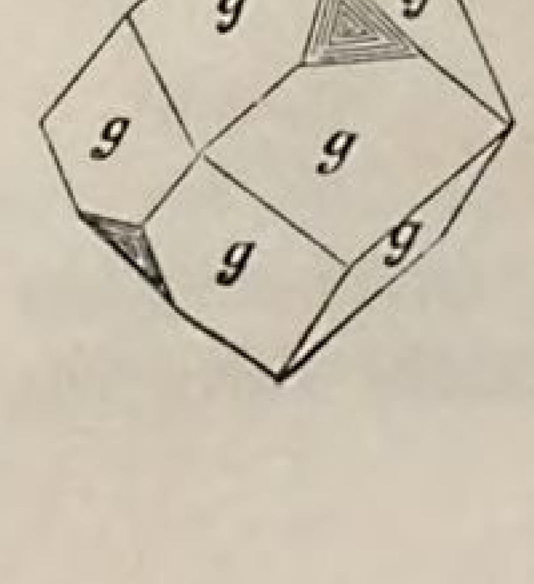
Geschwefeltes Zink ist unter den Zinkerzen bei weitem das verbreitetste, aber wegen seiner schweren Verhüttung lange verkannt. Jetzt wird es nicht blos auf Zink, sondern sogar auf Schwefelsäure benützt. Preußen allein gewann 1875 9⅓ Mill. Ctr. Zinkerze, worunter auch Blende war. In Schlesien ist sie unter dem Galmei gelagert, allein solange man Galmei hat, scheut man den Röstproceß, da sich das Oxyd schwerer reducirt, Römer Geol. Oberschl. 550. Oben wurde bereits Kieselzinkerz pag. 448, Galmei pag. 513, Zinkvitriol pag. 642, Franklinit pag. 750, Rothzinkerz pag. 806 kennen gelehrt, außerdem spielt es noch bei den Fahlerzen eine Rolle.

Blende $\acute{Z}n$.

Galena inanis Agricola 705. Wegen des Glanzes vermuthete der alte Bergmann ein brauchbares Metall darin, aber der Hüttenproceß ergab nichts, er nannte es eine „zum Schmelzen höchst verderbliche mineralische Aftergeburt.“ Pseudogalena, Sterile nigrum. Erst die neuern Systematiker nannten es zum Ueberfluß Zinkblende. Zinc sulfuré. Sphalerit (*σφαλερός* trügerisch).

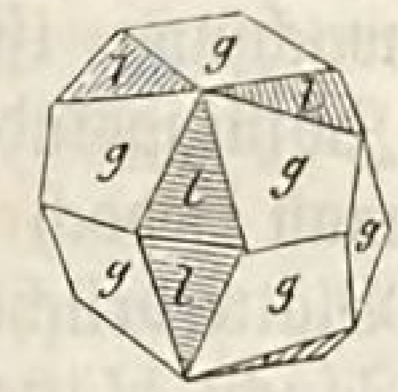
Reguläres Krystallsystem mit entschiedener Neigung zur tetraedrischen Hemiedrie: 6fach blättriger Bruch des Granatoeders, fast von der Deutlichkeit des Bleiglanzbruches, den Lasurstein pag. 432 weit übertreffend, und daher einzig in seiner Art (Hauy Essai cryst. 186). Aus der schwarzen Blende von Holzappel und aus der gelben von Santander kann man mit dem Messer die schönsten Granatoeder spalten. Dehnt man drei in einer Zone aus, so entsteht eine reguläre sechsseitige Säule mit Rhomboeder; dehnt man zwei in einer quadratischen Säule aus, so ist wie bei der Hyacinthkrystallisation ein Oktaeder auf die Kanten aufgesetzt. Verkürzt man diese quadratische Säule bis zum Verschwinden, so dehnt sich das Oktaeder des Granatoeder zu einem viergliedrigen Oktaeder mit Endkanten von 120° und Seitenkanten von 90° aus. Läßt man eine sechsseitige Säule weg, so bleibt ein Rhomboeder mit 120° in End- und 60° in den Seitenkanten. Alles das sind Uebungsaufgaben für Anfänger.

Trotz des einfachen Systems ist es häufig ganz besonders schwer, die Krystalle zu entziffern, wenn gleich die Zwillinge einen Theil der Schuld tragen. Im Ganzen genommen herrscht das Granatoeder auch unter

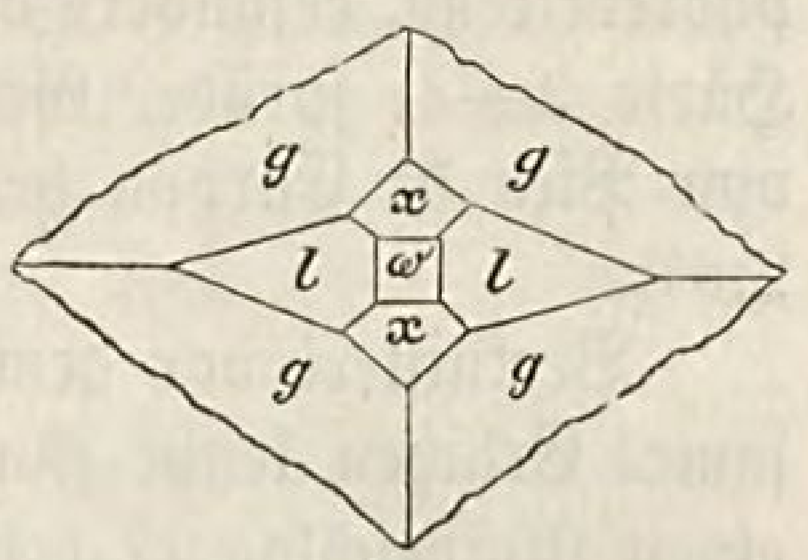


den Krystallflächen vor, aber die abwechselnden dreikantigen Ecken werden durch das gestreifte Haupttetraeder abgestumpft. Die Streifen gehen nicht wie beim Fahlerz den Tetraederkanten, sondern entgegengesetzt den Oktaederkanten parallel, das gleichseitige Tetraeder-Dreieck deutet also durch seine Streifung auf die Blätterbrüche des Granatoeders

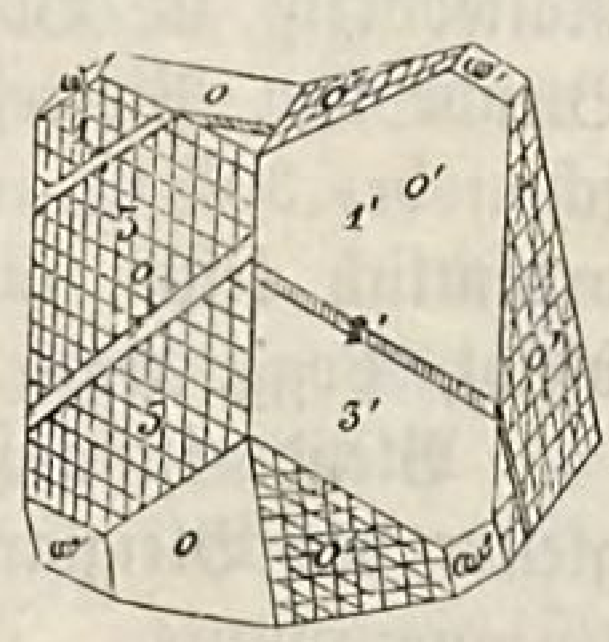
hin. Wenn das Granatoeder zurücktritt, so pflegt das glatte Gegentetraeder die Ecken des gestreiften Tetraeders abzustumpfen (Pacherstollen). Dieser Gegensatz von glatt und gestreift an verschiedenen Tetraedern ist so schlagend, daß z. B. bei den scheinbaren Oktaedern von Rodna in Siebenbürgen man den Unterschied leicht erkennt. Sadebeck (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. XXI. 621) nennt umgekehrt die glatten 1ster, und die gestreiften 2ter Stellung. Besonders schön sind die gelben Tetraeder im Dolomit des Binnenthals, woran untergeordnet das Gegentetraeder Würfel Granatoeder, und die Körper 113, 134 hälftflächig vorkommen. Der Würfel tritt ebenfalls häufig und sehr glattflächig auf. Am eigenthümlichsten unter allen ist jedoch die Leucitoidfläche l = a : a : ⅓a, welche hälftflächig aber gewöhnlich bauchig oder parallel der Axe a gestreift untergeordnet die vierkantigen Ecken des Granatoeders zuschärft. Man erkennt sie sehr leicht an den divergirenden Kanten, welche sie mit den Granatoederflächen g macht. Da sie am Tetraeder die Kanten zuschärfen, so bilden sie zuweilen auch ein Pyramidentetraeder. Sadebeck meint, daß die hälftflächigen Leucitoeder 112 nur bei Tetraedern in zweiter Stellung vorkämen. Allein in dieser Beziehung Sicherheit zu bekommen, scheint mir schwer.



Wie durchgreifend das tetraedrische Gesetz sei, das zeigt z. B. die schöne gelbrothe phosphorescirende Blende von Kapnik: bei derselben herrscht das Granatoeder g, dem der Würfel w sich unterordnet; zwei Ecken ggw sind durch l = a : a : ⅓a, die andern beiden zwar auch, aber durch das Pyramidentetraeder x = a : a : ½a abgestumpft, wie die Zonen gxl deutlich beweisen. Untergeordnet findet sich zwischen w/g auch der Pyramidenwürfel p = a : 2a : ∞a. Hessenberg fand noch ½ (a : a : ¼a) und a : 4a : ∞a.



Zwillinge außerordentlich gewöhnlich, sie haben wie immer eine Oktaederfläche gemein und liegen umgekehrt. Die schwarze Blende von Rodna mit Schwefelkies und Kalkspath ist wegen der großen Menge von Individuen, welche sich wiederholen, besonders interessant. Es sind Cubooktaeder, hin und wieder mit ganz untergeordneten Granatoederflächen. Nebenstehende Zeichnung gibt einen der einfachern: jedes der beiden Hauptindividuen links und rechts besteht aus verschiedenen ungeraden Stücken, das linke aus 5, das rechte aus 3. Von den 5 sind die geraden 2 und 4 nur sehr schmal, ebenso rechts das mittlere. Solche Zwischenstücke werden oft so dünn, daß sie zur feinsten Linie zusammenschrumpfen. Untersuchen wir die Flächenstreifung genauer, so sind links die 3 Stücke der ungeraden Zahlen gestreift, rechts die 2 ungeraden nicht, und umgekehrt. Betrachten wir das Ganze als einen ein-



fachen Zwilling, so ist die Lage der glatten und gestreiften Tetraederflächen gerade so, als wenn man ein solches einfaches Ditetraeder halbirt und die Hälfte um 60° gegen einander verdreht hätte. Es kommen ganze Haufwerke vor, worin aber oft das Bestreben erkenntlich, ein einziges Cubooktaeder zu bilden. Besonders zierlich sind die einfachen Oktaederzwillinge von Laasphe bei Arensberg, die mit einer Kupferkieshülle überzogen sind. Der Blendebruch in den Zickzackkanten spiegelt deutlich ein. Nicht selten durchwachsen sich auch die Granatoeder, wie bei der schönen braunen Blende von der Albertine bei Neudorf auf dem Unterharze, die gemeinsame sechsseitige Säule ist daran verkürzt. Lehrreich für solche Durchwachsung ist auch die schwarze derbe Blende von Holzappel: die den Zwillingsindividuen gemeinsame sechsseitige Säule springt glatt weg, wenn man jedoch das Rhomboeder daran schlagen will, so treten aus den Blätterbrüchen desselben dunklere Streifen hervor, die sich nicht in der Flucht blättern, sondern erst bei einer Drehung um 60° einspiegeln. Es sind das eingewachsene Zwillingsstücke.

Der blättrige Bruch greift so durch, daß man gar keinen muscheligen schlagen kann. Dunkele Farben spielen ins Roth, Braun, Gelb, Grün.. Hauy IV. 244 nahm „Zitronengelb" als die natürliche Farbe an, doch sind jetzt ganz farblose bekannt geworden. Oft große Durchscheinenheit, daher unvollkommener Diamantglanz. Durch Reiben phosphorescirend, besonders die mit Bournonit zusammen von Kapnik pag. 165. Härte 3—4, spröde, Gew. 4. Leitet die Elektricität unvollkommen. Die von Pico de Europa bei Santander hat einen Brechungsexponenten von 2,37.

Verknistert vor dem Löthrohr stark, doch bringt man sie durch langsames Erhitzen leicht zum Stillstand, sie gibt dann in der äußern Flamme einen Zinkbeschlag (Zu heiß gelb, kalt weiß), und schmilzt an den Kanten. Große Proben bedecken sich mit einer dicken Schicht von Oxyd. Ein Cadmiumgehalt ist schwerer nachzuweisen. Gut geröstete Proben geben mit Flüssen Reaction auf Eisen. In Salzsäure löslich unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff, in Salpetersäure unter Ausscheidung von Schwefel. Unlöslich in Essigsäure.

Zn S mit 66,7 Zink und 33,3 Schwefel.

Eisen häufig das Verunreinigungsmittel. Die grüne und rothe von Ratieborzitz in Böhmen silberhaltig. In der braunen krummschaligen Blende von Pierrefitte (Pyrenäen) wurde das Gallium entdeckt, welches schon bei 30° C., also in der warmen Hand schmilzt, und sich außerordentlich leicht in Ueberschmelzung hält, da es Monate lang flüssig bleibt, Pogg. Ann. 159. 649.

Blende ist auf Erzgängen der alten und neuen Welt der stetige Begleiter des Bleiglanzes, daher erklärt sich der alte bergmännische Name Galena inanis. In Schweden bildet sie Lager im Gneise, die 50′—60′ mächtig weit fortsetzen (Braun Ztschr. deutsch. geol. Ges. IX. 555). Das Flözgebirge hält sie viel häufiger eingesprengt als den Bleiglanz: im Muschel=

kalk (Poltringen bei Tübingen, Crailsheim), in der Lettenkohle, in den Thoneisensteinen des Lias und braunen Jura, besonders aber in den Kammern des Ammonites amaltheus, worein sie nur auf nassem Wege gekommen sein kann. Afterkrystalle nach Dreikantnern des Kalkspathes kommen bei Wisloch vor.

Blätterblende in körnigen derben Massen. Werner schied nach der Farbe:

a) Gelbe Blende, reflectirt zwar in dicken Stücken dunkele Farbe, in dünnen oder an gesprungenen Stellen zeigt sich eine helle Kolofoniumfarbe, was sich beim Cleiophan von Franklin in New-Yersey (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 52. 297) bis zum durchsichtigen Weißen steigern kann. Einerseits geht sie bis ins Grasgrün (Gumerud in Norwegen, Böhmen, Santander), andererseits ins Roth. Nicht selten umhüllt die grüne die rothe, und geht darin über, woraus die Unwichtigkeit der Unterscheidung einleuchtet. Sie ist die reinste Abänderung.

b) Braune Blende. Ihre Farbe beginnt mit dem Hyacinthroth (Landskrone, Rosenkranz bei Freiberg), man kann sie da fast mit Granat verwechseln. Gewöhnlich nimmt sie aber viel Schwarz auf und geht ins tiefe Braun, wie die schön glänzenden Krystalle von Neudorf bei Harzgerode.

c) Schwarze Blende ist die häufigste, aber auch unreinste. Nur in dünnen Stücken gewahrt man noch etwas vom Braun, zuweilen aber auch das nicht, und man muß sich dann vor Verwechselung mit verwittertem Spatheisenstein hüten. Die schön krystallisirte von Rodna in Siebenbürgen zeichnet sich durch ihre Schwärze aus. Eine Abänderung von Marmato bei Popayan (Marmatit) soll sogar 23,2 Fe S enthalten, also 3 Zn S + Fe S sein.

Strahlenblende von Przibram in Böhmen. Bildet zwar Diamantglänzende blättrige Strahlen, doch kann man daran den 6fach blättrigen Bruch nicht mehr nachweisen, auch scheint sie senkrecht gegen die Strahlen noch einen undeutlichern Blätterbruch zu haben, dieser krümmt sich, und führt zur schaaligen Absonderung. Dünne Splitter scheinen braun durch. Löwe wies darin neben Schwefelzink noch 1,5—1,8 Cadmium nach, was sich auch durch einen braunen Kranz auf der Kohle, wiewohl undeutlich, zu erkennen gibt. Nach Breithaupt (Jahrb. 1863. 837) soll sie hexagonal sein, und wurde daher Spiauterit (Spiauter altes bergmännisches Wort für Zink) genannt, cf. Wurtzit. Noch mehr von der Blendenatur entfernt sich

Schaalenblende, die früher ausgezeichnet auf der Grube Silberecke bei Hohengeroldseck auf dem badischen Schwarzwalde vorkam. Färbt die Flamme gelb, und zeigt im Spectroskop die grüne Linie des Thallium (Kobell, Sitzb. Münch. Akad. 1871. 77). Es ist eine dichte concentrisch schaalige Masse mit nierenförmiger Oberfläche, aber ob sie gleich äußerlich dem Brauneisenstein gleicht, so zeigt sie doch innen keine Faser, sondern matten Jaspisbruch. Auch die körnigen derben Blenden gehen, zumal wenn sie unreiner werden, zuletzt ins Dichte über (Holzappel). Sogar das Holzwerk im alten Stollen der Grube Silbersand bei Mayen hat sich im

Laufe der Zeit durch Reduction des Zinkvitriol mit Schaalenblende bedeckt (Jahrb. 1869. 747).

Blende wird in neuern Zeiten auch auf Zink verhüttet. So gewinnt Preußen im Bezirk Siegen allein über 100,000 Ctr. à $4\frac{1}{2}$ Silbergroschen im Werth, bei der Hütte Borbeck (Westphalen) 56,000 Ctr. Um daraus Zink zu scheiden wird die gepochte Masse in einem Flammenofen unter fortwährendem Umwenden geröstet. Das gebildete Zinkoxyd reducirt man durch Kohle (England, Davos in Graubündten) in Retorten, wie beim Galmei pag. 514. Der Cadmiumgehalt geht zuerst über. Die Blende von Eaten (New-Hampshire) soll 3,2 Cadmium halten, die braunen Varietäten vom Oberharz 0,3—0,6.

Greenockit $\dot{C}d$, reines Schwefelcadmium, kam zuerst als Seltenheit eingesprengt im Prehnit des Mandelsteins von Bishopton in Renfrewshire (Pogg. Ann. 51. 274) vor, fand sich dann auf Blende von Przibram, Santander, Friedensville in Pennsylvanien ꝛc. Reguläre sechsseitige Säule mit Geradendfläche sind blättrig. Drei bis vier Dihexaeder, über einander, P, 2 P, $\frac{1}{2}$ P, stumpfen die Endkanten der sechsseitigen Säule ab, + optisch 1axig. Dihexaeder P 140° in den Endkanten (Jahrb. 1870. 894), Pomeranzengelbe öfter ins Roth gehende Farbe mit starkem Glanz und großer Durchscheinenheit. Härte 3—4, Gew. 4,8. Im Glasrohre erhitzt nimmt er eine schöne karminrothe Farbe an, aber nur so lange er heiß ist. Schwefelcadmium mit 77,7 Cd und 22,3 Schwefel. Der bräunlich schwarze Wurtzit von Oruro in Bolivia soll die gleiche Form haben, aber Schwefelzink sein. Dann wäre Blende dimorph (Jahrb. 1861. 579). Deville hat solche „dihexaedrische Blende" auch künstlich durch Zusammenschmelzen von Zinkvitriol, Flußspath und Schwefelbaryum erhalten (Compt. rend. 1861. LII. 920), später Sidot (Compt. rend. 1866 April) in klaren blättrigen Krystallen von der Form des Greenockit.

Voltzit 4 $\dot{Z}n$ + $\dot{Z}n$, Voltzine Fournet (Pogg. Ann. 31. 63), überzieht in halbkugeligen Wärzchen die andern Erze von Roziers bei Pontgibaud (Puy-de-Dôme). Schmutzig rosenroth, Härte 4—5, Gew. 3,6. Es scheint neuerer Bildung und stimmt mit dem Ofenbruch überein, welcher in den Freiberger Hütten beim Verschmelzen zinkhaltiger Erze zuweilen in hohlen sechsseitigen Säulen krystallisirt.

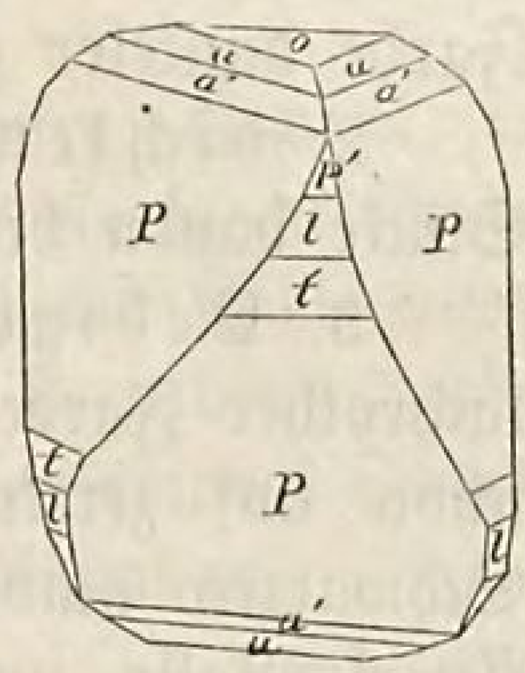
Quecksilbererze

sind bei weitem die wichtigsten, und alle andern hängen damit auf das Engste zusammen. Aus ihnen entstanden: Hornquecksilber pag. 617, gediegen Quecksilber pag. 695. Eigenthümlich der Quecksilbergehalt gewisser Fahlerze.

Zinnober $\dot{H}g$. Den Alten von Kolchis und Spanien wohl bekannt. Theophrast 103 und Plinius 33. 38 beschrieben ihn, unterschieden schon

zwischen Minium und Cinnabaris. Agricola 706 übersetzt Minium nativum mit Bergzinnober, Cinnabaris dagegen mit minium facticium. Hydrargyrum crystallinum Linn. Mercurblende, Mercure sulfuré, Sulphuret of Mercury. J. Schabus (Sitzb. Kais. Akad. Wiss. 1851. Bd. VI. pag. 63) lieferte eine Monographie seiner Formen.

Rhomboedrisch, aber Krystalle meist klein und selten schön. Ziemlich häufig kommt er jedoch in derben gestreift blättrigen Stücken vor, aus welchen man eine reguläre sechsseitige Säule l = a : a : ∞a : ∞c spalten kann (Japan). Die Geradendfläche o = c : ∞a : ∞a : ∞a ist nicht blättrig. Haüy ging von dem Rhomboeder P = a : a : ∞a : c mit 71° 48′ in den Endkanten aus, was er auch ein wenig blättrig fand. Schabus maß denselben Winkel zu 71° 47′ 10″, gibt für c = 1, die Seitenaxe a = $\sqrt{0,19}$. Selten kommt daran auch das Gegenrhomboeder P′ = a′ : a′ : ∞a : c vor. Das nächste stumpfere Rhomboeder a = 2a′ : 2a′ : ∞a : c mit 92° 37′ in den Endkanten steht dem Würfel nahe, wie das Hauptrhomboeder dem Tetraederwinkel. Dazu kommt ebenfalls das Gegenrhomboeder a′ = 2a : 2a : ∞a : c. Die ganze Entwickelung des Systems besteht in Rhomboedern, welche besonders die Kanten zwischen P/o, weniger die zwischen a/o abstumpfen, und die sich nicht durch Zonen, sondern durch Messungen bestimmen lassen.



u = 4a : 4a : ∞a : c, k = $\frac{5}{2}$a : $\frac{5}{2}$a : ∞a : c und z = 3a : 3a : ∞a : c bestimmte schon Haüy. Schabus weist q = $\frac{1}{2}$a′ : $\frac{1}{2}$a′ : ∞a : c, t = $\frac{1}{4}$a : $\frac{1}{4}$ a : ∞a : c und viele andere nach. Nur als große Seltenheit findet sich ein Dreiunddreikantner. Zwillinge haben die Geradendfläche gemein und sind um 60° gegen einander verdreht. Sehr merkwürdig ist die Circularpolarisation, 16mal stärker als beim Quarz. Zwillingsplatten zeigen sogar Airysche Spiralen (Descloizeaux Ann. mines XI).

Cochenillroth, aber lichter als Arsenikrothgülden, mit scharlachrothem Strich. Durchscheinend, daher Diamantglanz. Härte 2—3, Gew. 8. Quecksilbersalze geben mit Schwefelwasserstoff unter jeder Bedingung einen schwarzen Niederschlag, ja sogar blos mit Schwefel gerieben bildet sich amorphes Schwefelquecksilber, was in thönernen Gefäßen sublimirt rother krystallinischer Zinnober wird.

Vor dem Löthrohr auf Kohle verflüchtigt er sich vollkommen. In der offenen Glasröhre zersetzt sich der größere Theil zu gediegenem Quecksilber und schwefliger Säure. Von Säuren wird er nicht merklich angegriffen, in Königswasser löst er sich dagegen schnell und vollkommen.

HgS mit 86,2 Hg und 13,8 Schwefel = 100 Hg + 16 S.

Zinnober kommt auf Erzgängen nicht gewöhnlich oder doch nur in kleinen unbauwürdigen Mengen vor: Müsen, Schemnitz, Neumärktel in Krain ꝛc. Nur zuweilen werden diese Gänge mächtig, wie in den berühmten Gruben von Almaden pag. 696, die trotz ihres langjährigen Abbauens noch nicht 1000′ Tiefe erreichen. Doch sind es mehr Lager

als Gänge, die mit kohlenhaltigen Gebirgen in Verbindung stehen (Jahrb. 1856. 472), namentlich in der Rheinpfalz; bei Idria sollen sie dagegen blos vom Kohlengebirge überschoben der Trias angehören (Jahrb. 1876. 89). In neuern Zeiten scheint Neu-Almaden in der Küstenkette südlich San Francisco im S. Clara-Thal bei S. José das ergiebigste Werk zu sein. Die Erze liegen unregelmäßig in verwittertem Schiefer mit Serpentin zu den Seiten. Im Durchschnitt geben die Erze 10 p. C. Quecksilber.

1. Blättrig-körniger Zinnober. Blättrige gerundete Stücke, woraus man Säulen schlagen kann, kommen besonders aus Japan, wie schon R. de l'Isle (Cristall. 1772. 325) und Klaproth (Beitr. IV. 14) berichten. Dann gehören dahin die Krystalle, welche angeflogen auf den verschiedensten Erzgängen sich finden. Besonders schön sind die hochrothen derben körnigen Massen von Almaden, St. Anna bei Klagenfurt, Schemnitz 2c. So bald das Korn undeutlich wird, so pflegt auch die Farbe dunkeler zu werden, es geht dann in den

2. dichten, doch bleibt der Strich noch hoch scharlachroth. Große Stücke davon brechen bei Almaden.

3. Erdiger, Werner's hochrother Zinnober, von brennend scharlachrother Farbe, ist nichts weiter als der ochrige Zustand, der besonders schön auf zerfressenen Gesteinen bei Wolfsstein in der Pfalz vorkam. Schwarzes amorphes Pulver (Metacinnaberit) kommt in Mexico vor, Afterkrystalle von Grauspießglanz bildend, die dann in Zinnober übergehen, Sandberger Sitzb. Münch. Akad. 1875. II. 202.

Quecksilberlebererz nennt der Bergmann die durch Bitumen dunkel gefärbten Erze, besonders in Idria. Die besten sind zwar sehr schwer 7,1 Gew., allein ihre äußere Farbe neigt sich schon stark zum Schwarzen, erst im Strich tritt das frischere Roth wieder hervor. Klaproth Beiträge IV. 24 wies darin 81,8 p. C. Quecksilber nach. Noch schwärzer ist das schieferige Quecksilberlebererz, gewöhnlich mit schaaliger Absonderung und glänzenden spiegeligen Druckflächen, ähnlich den Druckflächen in den Schieferthonen und Steinkohlen des Schwarzwaldes. Am allereigenthümlichsten sind jedoch kleine schwarze geodenartige Formen, die im Querbruche wie Gagat aussehen, und als fremdartige Masse sich in Lebererz eingesprengt finden. Die Bergleute von Idria nennen das

Korallenerz. Manche haben sehr deutliche concentrische Runzeln, wie die Anwachsstreifen von Muscheln. Die „Korallen" möchten daher wohl organischen Ursprungs sein. Darauf deutet auch das Bitumen hin, was Dumas Idrialin genannt hat. Diese Kohlenwasserstoffverbindung findet sich besonders im sogenannten Branderze, welches vor dem Löthrohr mit rußender Flamme brennt, und auch mehr oder weniger mit Zinnober geschwängert ist. Guadalcazarit (Jahrb. 1872. 736) von Guadalcazar in Mexico $6\,HgS + ZnS$ mit 4,2 Zn und 1 Se ist ein von Zink verunreinigter Zinnober, aber von eisenschwarzer Farbe mit schwarzem Strich.

Schon die Alten wußten, daß durch Glühen des Zinnobers mit ge-

branntem Kalk Quecksilber frei werde: es bildet sich in der Retorte Schwefelcalcium mit schwefelsaurem Kalk, und das Quecksilber destillirt über. Auch Eisenhammerschlag kann man anwenden. Beim andern Verfahren erhitzt man das Erz beim Zutritt der Luft, es gehen dann schweflige Säure und Quecksilberdämpfe über; diese leitet man in Kammern oder Vorlagen, worin sich das Quecksilber verdichtet.

Selenquecksilber (Tiemannit) wurde von Römer in Clausthal auf der dortigen Grube Charlotte bemerkt (Pogg. Ann. 88. 319), und schon 1829 von Tiemann bei Zorge entdeckt, kommt auch auf dem Eskeborner Stollen bei Tilkerode im Unterharze vor: derb feinkörnig, schwärzlich bleigrau mit Quarz und Rotheisenstein verwachsen. Gew. 7,27. Gibt in offener Röhre einen starken Selengeruch, und enthält nach Rammelsberg 74,5 Hg und 25,5 Se, was zu der Formel $Hg^6 Se^5$ führen würde, da die wahrscheinlichere Formel Hg Se 28,4 Selen erfordert. Jetzt auch bei Clear Lake in Californien gefunden in Gesellschaft von

Selenschwefelquecksilber, das zu San Onofre (Onofrit) in Mexico (H. Rose Pogg. Ann. 46. 315) bekannt wurde. Es gleicht in Farbe und Glanz dem Fahlerz, milde, Härte 2—3. Verbreitet auf Kohle einen starken Selengeruch, obgleich es nur 6,5 Se neben 10,3 S und 81,3 Hg enthält, also 4 Hg S + Hg Se ist. Daselbst soll auch selenigsaures Quecksilberoxydul $\dot{H}g \ddot{S}e$ von gelber erdiger Beschaffenheit vorkommen.

Sulphosäuren $\dddot{S}b$, $\dddot{B}i$, $\dddot{A}s$.

Sind alle drei unter einander isomorph, und spielen als Säuren bei den geschwefelten Metallen die Hauptrolle, neben welchen etwa noch das Sesquisulfid des Eisens $Fe S^3$ genannt werden kann. Man analysirt ihre Salze meist mittelst Chlorgas, wie z. B. die Fahlerze. Mit Schwefelalkalien bilden sie lösliche Salze, wodurch die Zufuhr auf den Erzgängen erklärt werden könnte.

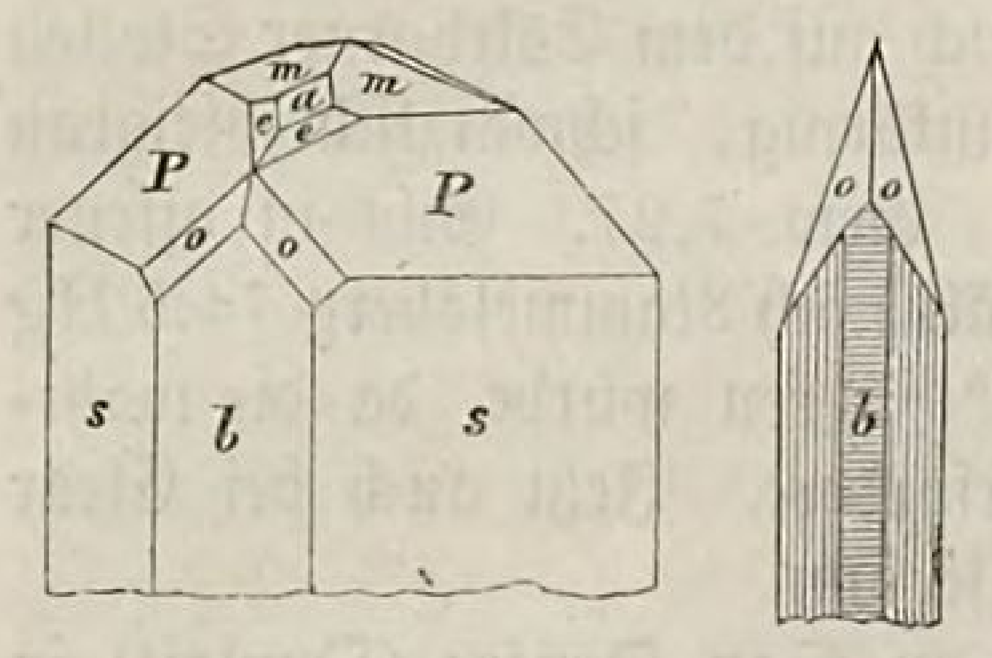
1. Grauspießglanz $\dddot{S}b$.

Lupus metallorum der Alchymisten, die alten Mineralogen nannten es schlechthin Spießglas, an die spießigen Krystalle erinnernd, Stibi Spiesglas Agricola 707. Wegen seiner Heilkräfte war es schon frühzeitig als *Στίβι*, *Στίμμι*, Stibium Plinius 33. 33 berühmt; zur Schminke der Augenbrauen benutzt (*πλατυόφθαλμον*) fand es sich in spartanischen Gräbern (Isis 1876. 18). Erst später wurde der Name Spießglanz oder Stibium auf das Antimonmetall übergetragen pag. 731. Stibnit. Antimonglanz, Antimonit, Antimoine sulfuré, Sulphuret of Antimony. Schon R. de l'Isle (Crist. 326) bildete Antimoine cristallisée vortrefflich ab.

Zweigliedriges Krystallsystem, aber gute Krystalle selten. Gewöhnlich in langstrahligen Säulen s = a : b : ∞c von 90° 45′, die

durch Längsstreifen entstellt sind. Das beste Kennzeichen bildet der sehr deutliche Blätterbruch b = b : ∞a : ∞c, welcher die scharfe Säulenkante gerade abstumpft, eine markirte Querstreifung parallel der Axe a (Wolfsberg) deutet auf eine Geradendfläche c = c : ∞a : ∞b hin. In Ungarn kommen ausgezeichnete Flächen am Ende vor, darunter herrscht das Oktaeder P = a : b : c mit 109° 16′ in der vordern Endkante, 108° 10′ in den seitlichen und 110° 59′ in den Seitenkanten, folglich

$$a : b = \sqrt{0{,}9327} : \sqrt{0{,}9577}.$$



Darüber liegt ein stumpferes Oktaeder m = a : b : $\frac{1}{3}$c zwar mit glänzenden, aber gekrümmten Flächen. Das auf die scharfe Säulenkante aufgesetzte Paar a = c : 2b : ∞a ist nur klein, und die Kante P/a durch e = a : $\frac{1}{2}$b : $\frac{1}{3}$c abgestumpft, so daß m a e P in einer Zone liegen. Interessant die Fläche o = a : c : $\frac{1}{2}$b, in o/o die Kante 119° bildend. Bei Wolfsberg dehnen diese sich allein zu einem spitzen Oktaeder aus, wodurch jene ausgezeichnet spießigen Krystalle entstehen.

Bleigrau mit sehr starkem Metallglanz, der an den des Bleiglanzes heranstreift. Milde und gemeinbiegsam, daher die Säulen häufig krumm (Wolfsberg), wie beim Gyps. Härte 2, Gew. 4,6. Gleicht äußerlich dem Braunmangan pag. 769, schon Agricola 657 (Stibi . . . in Herciniis Ilfeldae) verwechselt es wohl damit. Allein vor dem

Löthrohr schmilzt es außerordentlich leicht, färbt die Flamme deutlich grünlich, und beschlägt die Kohle mit schwerem weißem Antimonoxyd. In offener Glasröhre gibt es anfangs antimonige Säure ($\dot{S}b$), später kommt dazu noch Antimonoxyd $\dot{S}b$, während der Schwefel als schweflige Säure entweicht. Da die $\dot{S}b$ nicht flüchtig ist, so läßt sich das Sublimat nur theilweis verflüchtigen, was bemerkenswerth ist, da gediegen Antimon in gleicher Weise behandelt nur flüchtiges Antimonoxyd ($\dot{S}b$) gibt. Reducirt sich in einem Wasserstoffstrom. Schneider (Pogg. Ann. 1856. 98. 293) benutzte den Arnsberger zur Bestimmung des Atomgewichts vom Antimonium, und fand 71,48 Sb, 28,52 S. Er hatte nur $\frac{1}{5}$ p. C. Quarz, keine Spur von Schwefelarsen, das bei andern bis auf 1 p. C. steigt.

Grauspießglanz gehört gerade nicht zu den gewöhnlichen Erzen auf Gängen. Einige Hauptgruben sind: Wolfsberg auf dem Unterharz bei Stollberg, Neue Hoffnung Gottes zu Bräunsdorf und Mobendorf bei Freiberg, Wintrop und Untrop bei Arnsberg in Westphalen in sehr mächtigen reinen strahligen Massen, Halbenmondsfundgrube in Schleiz 1—7′ mächtiger Gang im Grauwackenschiefer. Früher ausgezeichnet bei Sulzburg am badischen Oberrhein. Kremnitz und Schemnitz in Ungarn, Felsöbanya in Siebenbürgen mit gediegenem Gold. Allemont in der Dauphiné, Cornwall in Gängen, welche die von Kupfer und Zinnstein durchsetzen.

Auf der Insel Chios $1\frac{1}{2}$ Meter mächtige Gänge. Nebst Arsenik- und Schwefelkies der häufigste Begleiter der Goldgänge im Quarz von Victoria, in Mexico und den Nevadagruben häufig und silberhaltig. England führt besonders gutes Erz von Borneo ein.

Krystalle und blättrige Massen besonders in Ungarn und auf dem Unterharz. Die Krystalle gehen zuletzt in die feinsten Nadeln über, welche sich wegen ihrer Milde ähnlich wie Asbestnadeln verfilzen (Federerz). Doch sind viele derselben bleihaltig, und gehören zur Gruppe der Bleispießglanze. Zuletzt geht die Masse ins Feinkörnige bis Dichte über, wie zu Magurka im Liptauer Komitat und Goldkronach auf dem Fichtelgebirge. Doch ist das meist nicht mehr rein.

Das Erz wird vom Gestein ausgesaigert, d. h. beim Erhitzen tröpfelt es von der Gebirgsart ab, und kommt als Antimonium crudum mit krystallinischem Gefüge in den Handel. Der Centner früher 6—7 fl. werth kostet jetzt das vierfache. Arsenik, Kalium, Eisen verunreinigen es. Außer den pharmaceutischen Präparaten findet es jetzt in der Technik vielfache Anwendung pag. 731, namentlich macht es auch das Zinn silberähnlicher (Brittania metall). Wenn man Schwefelantimon schmilzt und plötzlich erkalten läßt (Pogg. Ann. 31. 579), so geht es in den amorphen Zustand mit röthlich braunem Strich über, von 4,28 Gew. Dasselbe wird aber bei langsamem Erkalten krystallinisch. Der Regulus wird mit Eisenabfällen unter Bildung von Schwefeleisen erzeugt, schon Plinius 33. 34 sagte, man müsse es vorsichtig brennen, ne fiat plumbum, womit offenbar das gediegene Metall gemeint ist.

Das auf nassem Wege erzeugte Schwefelantimon ist leichter (4,15 Gew.) und rothbraun, man sieht es daher als den amorphen Zustand an. Schmilzt man dasselbe aber in einer Atmosphäre von Kohlensäure, so wird es bei langsamem Erkalten schwerer und schwarz wie das wahre Grauspießglanz. Schwefel mit Antimon zusammengeschmolzen gibt ebenfalls Grauspießglanz (Pogg. Ann. 89. 122).

Rothspießglanz $\dddot{S}b^2 \dot{S}b$, natürlicher Mineralkermes, Antimonblende, Pyrantimonit. Den sächsischen Bergleuten von Bräunsdorf längst bekannt, wo es mit Grau- und Weißspießglanz pag. 807 zusammen vorkommt. Es sind diamantglänzende kirschrothe Nadeln, die nach einer Längsrichtung blättrigen Bruch zeigen. Nach Mohs sollen die Krystalle 2 + 1-gliedrig sein. Gypshärte, milde, 4,5 Gew. Schon Klaproth (Beitr. III. 178) wies darin Schwefel und Sauerstoff nach, und H. Rose (Pogg. Ann. 3. 454) fand die Formel

$$\dddot{S}b^2 + \dot{S}b \text{ mit } 69{,}86\ \dddot{S}b \text{ und } 30{,}14\ \dot{S}b.$$

Spießglanzglas (Vitrum Antimonii), was durch Zusammenschmelzen von Antimonoxyd und Antimonsulfid entsteht, hat wenigstens eine ähnliche rothe Farbe. Den künstlichen braunrothen Mineralkermes hielt H. Rose (Pogg. Ann. 47. 323) für ein Gemisch von beiden.

Das nadelförmige Rothspießglanz findet sich besonders schön auf der

Neuen Hoffnung Gottes zu Bräunsdorf bei Freiberg, in Ungarn zu Malaczka, zu Allemont in der Dauphiné.

Zundererz nannte Werner die verfilzte Faser, welche lappig und leicht wie Zunder ist. Die Farbe hat einen Stich ins Roth, und das erinnert an Rothspießglanz, aber vor dem Löthrohr bekommt man neben Antimonrauch einen deutlichen Bleibeschlag (Neudorf). Die Oberhärzer von Andreasberg und Clausthal werden nach Hausmann sogar zu den Silbererzen gezählt. Auf Bleiglanzgängen von Clausthal sehr licht roth.

Bleispießglanzerze

gibt es eine ganze Reihe. Sie bestehen wesentlich aus Pb S und Sb S³, aber in dem mannigfachsten Verhältnisse. Durch ihr Vorkommen schließen sie sich eng an Grauspießglanz, Bournonit, Fahlerz und Bleiglanz an.

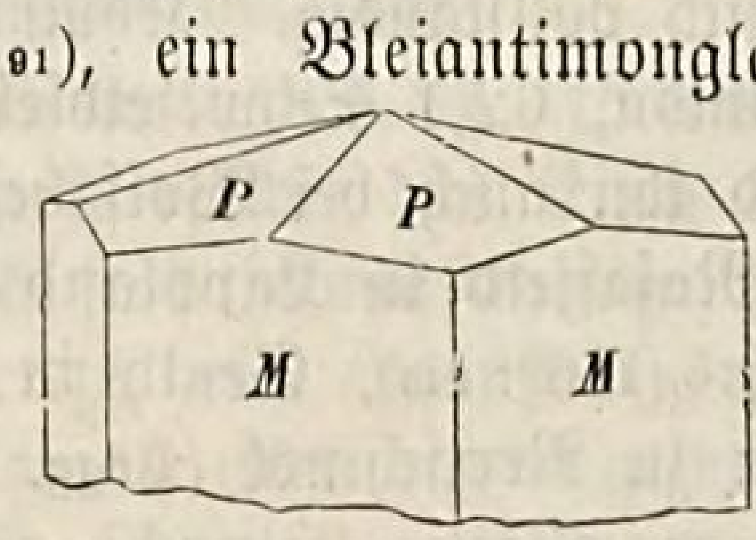
Federerz $\dot{P}b^2 \dddot{S}b$ mit 49,9 Blei, 30,9 Antimon, 19,2 Schwefel. Meist in haarförmigen Krystallen von schwärzlich bleigrauer Farbe. Aeußerlich gleichen sie dem Grauspießglanz, auch schmelzen sie eben so leicht, aber geben einen Bleibeschlag. Felsöbanya in Siebenbürgen, Wolfsberg auf dem Unterharz; von diesem zeigte H. Rose (Pogg. Ann. 15. 471) zuerst, daß es wesentlich Schwefelblei enthalte, während man es bis dahin für Grauspießglanz nahm, mit dem es zusammen bricht. Neuerlich hat Rammelsberg zu Wolfsberg auch dichtes unkrystallinisches gefunden von Kalkspathhärte und 5,68 Gew. (Pogg. Ann. 77 240). Im Selkethale kam es unterhalb dem Mägdesprunge in größern Krystallen vor, die Strahlen zeigten einen blättrigen Querbruch. Rammelsberg möchte es daher lieber Heteromorphit nennen. Von der gleichen Formation ist Damour's

Dufrenoysit $\dot{P}b^2 \dddot{A}s$ (Ann. Chim. Phys. 3 ser. 14. 379), der Bleiarsenglanz aus dem Dolomit des Binnenthales bei Imfeld im Oberwallis mit Schwefelkies und Rauschroth. Wurde bisher für Fahlerz gehalten, dem es in Farbe und kleinmuscheligem Bruch gleicht, wiewohl es viel spröder und weicher ist. Gypshärte, milde, Strich fällt deutlich ins Roth, Gew. 5,55. Nach Descloizeaux (Ann. des mines 1856. VIII. 386) sind die 2gliedrigen Krystalle zuweilen außerordentlich flächenreich: Säule m = a : b : ∞c 118° 1′, Geradendfläche p 001, h 100, Spuren von Blätterbruch nach g 010. Zwischen g/p in der Zone von Axe a sind 13 Flächen gemessen, zwischen h/p in Zone von Axe b 7. Heusser (Pogg. Ann. 97. 117) stellte sie anders, und Hr. v. Rath meint, daß die ideale Abbildung bei Descloizeaux zum Sklerokfas gehöre. Bei der Seltenheit guter Krystalle, die beim Herausschlagen gar gerne zerbrechen, fällt das Erkennen freilich schwer. Vor dem Löthrohr außerordentlich leicht schmelzbar unter Arsenikdämpfen mit Bleibeschlag und Bleikorn: 55,4 Blei, 20,7 Arsen, 22,5 Schwefel, 0,2 Silber, 0,3 Kupfer. Es kommen damit noch kleine reguläre Granatoeder vor, die Damour anfangs für die Krystalle der derben Masse hielt, bis Sartorius (Pogg. Ann. 1855. 94. 115) darin wie im Enargit Kupfer nachwies. Die Franzosen nennen dieses Kupfermineral

jetzt Binnit, und lassen dem Bleimineral den alten Namen Dufrenoysit; die Schweizer machen es umgekehrt (Kenngott, Minerale der Schweiz 1866. 371). Das Mineral würde nach seiner Fundstelle leicht erkennbar sein, wenn damit nicht zwei ähnliche, Skleroklas Pb As S^4 und Jordanit $Pb^4 As S^7$, vorkämen, die H. v. Rath (Pogg. Ann. 122. 378) ausführlich beschrieben hat. Nach ihm bildet der häufigere Dufrenoysit oblonge Tafeln bis zu ein Zoll Größe mit „vollkommener Spaltbarkeit" in der Endfläche c = c : ∞a : ∞b, die kurze Säule m/m würde 93° 39′ messen, und die beiden Verticalzonen längs der Axen a und b stark entwickelt sein, a : b : c = 0,938 : 1 : 1,531. Der bleiärmere Skleroklas kommt in feinern gestreiften Nadeln vor, die auf einen großen Flächenreichthum in zwei Zonen hinweisen, aber im Reflexionsgoniometer nur schlechte Bilder geben. Auch er ist „recht deutlich spaltbar parallel der Endfläche" c = c : ∞a : ∞b, Axen a : b : c = 0,539 : 1 : 0,619, Gew. 5,4, und äußerlich von vorigen nicht zu unterscheiden, doch im Kolben erhitzt decrepitirt er stärker. Am seltensten ist Jordanit, aber durch seinen schwarzen Strich verschieden. Die Axen a : b : c = 0,5375 : 1 : 2,0308 weisen auf eine Säule m/m von 123° 29′, die gewöhnlich in Zwillingen und Drillingen erscheinen, welche m gemein haben und umgekehrt liegen. Die Drillinge verrathen sich durch Sechsecke von 3mal 123° 29′, 2mal 118° 15′ und 1mal 113° 3′. Auch diese sind deutlich blättrig, aber nach b = b : ∞a : ∞c. Später (Pogg. Ann. 1874 Ergzb. VI. 363) wurde ein 5 mm langer, 3 mm breiter, 1,5 mm dicker Krystall gemessen, der einer der „flächenreichsten war, welche bisher im rhombischen System gefunden wurden". Außer dem Kupferhaltigen Binnit kommen Blende, Rauschroth, Rauschgelb, Hyalophan, Turmalin, Bitterspath, Magneteisen, Schwerspath, Rutil, Quarz vor.

Querspießglanz $\dot{P}b^3 \dddot{S}b^2$ (Jamesonit), 2gliedrige Säulen a:b:∞c mit 101° 20′, die scharfe Kante durch b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft. Geradendfläche c : ∞a : ∞b sehr deutlich blättrig, daher der passende Weiß'sche Name. Stahl- bis Bleigrau. Härte 2, Gew. 5,6. Metallglanz. Nach H. Rose (Pogg. Ann. 8. 99) enthält er 40,7 Pb, 22,1 S, 34,4 Sb, 2,3 Fe. Die Eisenreaction erkennt man an der zurückbleibenden Schlacke, da alles Uebrige sich verflüchtigt. Große Mengen in Cornwallis, öfter von Bournonit begleitet. Przibram, Nertschinsk, Estremadura, Nevada ꝛc. Durch Verwitterung oxydirt er sich zu wasserhaltigem Antimonsaurem Blei (Bindheimit), das ochrige Beschläge darauf bildet.

Zinkenit $\dot{P}b \dddot{S}b$ G. Rose (Pogg. Ann. 7. 91), ein Bleiantimonglanz mit Federerz zu Wolfsberg auf dem Unterharz. In strahligen krystallisirten Bündeln. Scheinbar dihexaedrisch. Stark gestreifte reguläre sechsseitige Säulen M von ungefähr 120° endigen mit einem sehr stumpfen Dihexaeder zweiter Ordnung von 165° 26′ in den Endkanten. Die Di-

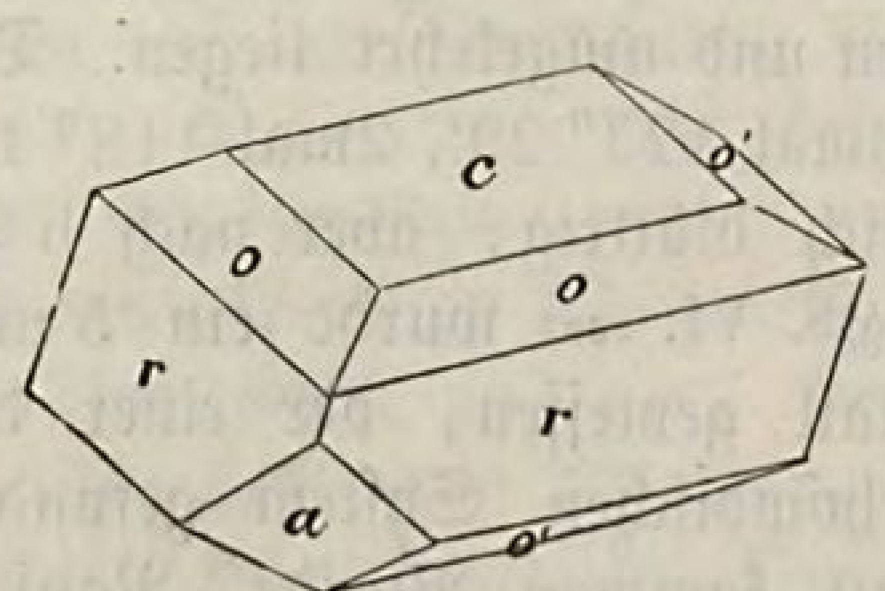


hexaederflächen sind aber unterbrochen gestreift. G. Rose sahe sie daher für Drillinge des 2gliedrigen Systems an, wofür das Aus- und Einspringen der Säulenwinkel allerdings zu sprechen scheint. Kenngott hält sie für 2 + 1gliedrig. Stahlgrau, entschieden lichter als das mitvorkommende Federerz und Grauspießglanz. Reichlich Kalkspathhärte, Gew. 5,3. Vor dem Löthrohr verflüchtigt es sich vollständig mit Antimon- und Bleirauch. Nach H. Rose

$\dot{Pb}\,\dddot{Sb}$ mit 31,8 Pb, 44,4 Sb, 22,6 S, 0,4 Cu.

Has been reported from St. Trudpert in the Schwarzwald, Dana Syst. Miner. 88, Sandberger fand ihn in „nicht unbedeutender Menge" auf dem Quarzgange der Grube Ludwig im Adlersbach bei Hausach (Jahrb. 1876. 514). Die gleiche Formation haben Silberantimonglanz (Myargyrit) $\dot{Ag}\,\dddot{Sb}$, Kupferantimonglanz $\dot{Cu}\,\dddot{Sb}$, Eisenantimonglanz (Berthierit) $\dot{Fe}\,\dddot{Sb}$, Kupferwismuthglanz $\dot{Cu}\,\dddot{Bi}$, Bleiarsenglanz (Skleroklas) $\dot{Pb}\,\dddot{As}$.

Plagionit $\dot{Pb}^4\dddot{Sb}^3$ G. Rose (Pogg. Ann. 28. 421), Zinken's Rosenit; ebenfalls von Wolfsberg. Von *πλάγιος* schief, weil es sehr schiefflächige 2 + 1gliedrige Krystalle hat. Geht man von den schiefen Axen der oo o'o' aus, so ist o = a : b : c vorn, und o' = a' : b : c hinten, dann stumpft c = c : ∞a : ∞b die Endecke, a = a : ∞a : ∞c die vordere Seitenecke ab; r = a : b : 2c. Die Winkel r/r = 120° 49', o/o = 142° 3', o'/o' = 134° 30', c/a vorn = 107° 32'. a : b : c = 1 : 0,88 : 0,37. Nur Fläche c ist stark glänzend, und r/r etwas blättrig, aber wie die andern Flächen rauh gestreift. Stahlgrau, kaum lichter als Zinkenit, daher in derben Stücken davon nicht zu unterscheiden. Kalkspathhärte, Gew. 5,4. Vor dem Löthrohr verflüchtigt er sich ebenfalls vollständig. Nach H. Rose 40,5 Pb, 37,9 Sb, 21,5 S.



Grauspießglanz, Federerz, Zinkenit, Plagionit kommen zu Wolfsberg zusammen mit Bournonit vor. Letzterer verflüchtigt sich nicht vollständig, woran man ihn leicht unterscheidet.

Boulangerit $\dot{Pb}^3\,\dddot{Sb}$ von Molières Dep. Gard (Pogg. Ann. 36. 484). Die derben Massen von schwärzlich bleigrauer Farbe neigen sich zum seidenartigen Metallglanz. Kalkspathhärte, Gew. 6. Rein verflüchtigt er sich vollständig. Kommt in bedeutenden Mengen vor, 35 Schwefelantimon, 62,1 Schwefelblei, 1,9 Schwefeleisen, 1,1 Schwefelkupfer. Zinken fand ihn auch bei Wolfsberg in schwarzgrauen fasrigen Massen, Thaulow zu Nasafjeld in Lappland (Pogg. Ann. 41. 216), H. v. Rath bei Mayen (Jahrb. 1869. 746), Genth in Nevada. Verworren fasrig mit Graubraunstein zu Nertschinsk (Pogg. Ann. 46. 281). Die chemische Formation stimmt mit Rothgülden $\dot{Ag}^3\,\dddot{Sb}$. Der glänzend fasrige Meneghinit $\dot{Pb}^4\,\dddot{Sb}$ mit Bleiglanz von Bottino bei Serravezza in den marmorreichen Apua-

nischen Alpen enthält etwas Kupfer. Nach H. v. Roth (Pogg. Ann. 1867 Bd. 132. pag. 372) Klinorhombisch, Nadeln von Grauspießglanzartigem Ansehen bilden eine Säule m/m 140° 16′, deren stumpfe Kante vorn durch einen sehr deutlichen Blätterbruch a = a : ∞b : ∞c abgestumpft wird. Axen a : b : c = 0,36 : 1 : 0,117, die Schiefe von a/c beträgt vorn 92° 20′. Fand sich auch derb von Fahlerzartigem Ansehen im Smirgel am Ochsenkopf bei Schwarzenberg, Pogg. Ann. 141. 443. Da er die Formel des Jordanits hat, so könnte er nach Groth (Tabell. Uebers. Mineral. 1874. 83) damit wohl isomorph sein, dann wäre es ein Antimonjordanit, wie jener ein Arsenikmeneghinit.

Geokronit $\dot{P}b^5 (\dddot{S}b, \dddot{A}s)$ (Pogg. Ann. 51. 535), γῆ Erde, Κρονος Saturn ist der Alchymistische Name für Blei. Auf den Silbergruben von Sala, wie Fahlerz aussehend, Gew. 5,88; ähnlich Kilbrickenit von Kilbricken in England $\dot{P}b^6 \dddot{S}b$. Epiboulangerit auf Bergmannstrost in Schlesien (Ztschr. deutsch. geol. Ges. 1869 XXI. 747), Fahlerzartige excentrisch strahlige Nadeln im Braunspath $\ddot{P}b^3 \dddot{S}b^3$.

Eisenspießglanzerze $\dot{F}e^x \dddot{S}b^y$

kommen viel seltener vor. Man faßt sie zusammen unter Haidinger's Namen

Berthierit (Pogg. Ann. 11. 478). Die ersten Anzeichen fanden sich auf einem Gange von Chazelles in der Auvergne, verworren blättrig wurden sie für Spießglanz gehalten, der in jenen Gegenden viel gewonnen wird, allein der matte Regulus wollte keinen Käufer finden, woran das Schwefeleisen die Schuld trug. Das Erz ist dem Grauspießglanz ähnlich, hat aber nach Berthier die Formel $\dot{F}e^3 \dddot{S}b^2$. Später fand Berthier auf der Grube Marturet daselbst noch eine zweite Verbindung $\dot{F}e^3 \dddot{S}b^4$, dieselbe war homogen und weniger lebhaft glänzend als Grauspießglanz. Die dritte stammt von Anglar (Dep. la Creuse), kommt auf einem Schwefelkiesgange vor, der nach innen reines Grauspießglanz hat, und zwischen diesem und dem Schwefelkies lagert unser Mineral Fe S Sb S³ von der Formation des Zinkenits (Pogg. Ann. 29. 458). Darauf wiesen es Breithaupt und Rammelsberg (Pogg. Ann. 40. 153) auch auf der Grube Neue Hoffnung Gottes zu Bräunsdorf bei Freiberg und Pettko zu Arang-Idka in Oberungarn nach, so daß man sich jetzt gewöhnt hat, den

Berthierit von Bräunsdorf $\dot{F}e \dddot{S}b$ mit 58,5 Sb, 12,3 Fe, 29,2 S nebst einem kleinen Mangan- und Zinkgehalt, die das Eisen ersetzen, als die normale Species anzusehen. Es sind schmalstrahlige bis faserige Massen von dunkel stahlgrauer Farbe, wie beim Grauspießglanz scheint ein blättriger Längsbruch zu herrschen. Läuft gern etwas gelblich an. Härte 2—3, Gew. 4. Vor dem Löthrohr schmilzt er sehr leicht unter Antimonrauch und hinterläßt eine magnetische Schlacke..

Hier würden sich dann weiter Kupferspießglanz $\dot{C}u\,\dddot{S}b$ und Silberspießglanz $\dot{A}g\,\dddot{S}b$ (Miargyrit) anschließen, die ich unten bei den Kupfer- und Silbererzen abhandle.

2. Wismuthglanz $\dddot{B}i$.

Zwar viel unwichtiger als Grauspießglanz, bildet aber dennoch eine Reihe ähnlicher Verbindungen. Für Wismuthgewinnung spielt er keine Rolle. Das Vismutum sulphure mineralisatum von Bastnäs bei der Ritterhütte kannte schon Cronstedt § 222. Wallerius nannte es Galena Wismuthi, aber erst Werner gab ihm den passenden Namen, doch wurde anfangs viel darunter verwechselt. Bismutin. Bismuth sulfuré, Sulphuret of Wismuth.

Zweigliedrig und isomorph mit $\dddot{S}b$ (Phillips, Pogg. Ann. 11. 476). In Cornwall kommen kleine meßbare Krystalle in stark gestreiften geschobenen Säulen von 91° vor, deren scharfe Kante durch einen deutlich blättrigen Bruch gerade abgestumpft wird, also wie beim Grauspießglanz. Durch Zusammenschmelzen von Schwefel und Wismuth kann es leicht künstlich erhalten werden, Phillips maß auch solche künstliche Krystalle, aber kaum von der Dicke eines Menschenhaares, es waren 8seitige Säulen, die mit den natürlichen in ihren Winkeln übereinstimmten.

Sehr licht bleigrau, aber leicht etwas gelblich anlaufend. Metallglanz. Härte 2, milde, Gew. 6,5.

Vor dem Löthrohr schmilzt er sehr leicht, die Kugel kocht und spritzt und gibt einen gelben Beschlag von Wismuthoxyd. Die übrigbleibende Schlacke reagirt gewöhnlich auf Eisen und Kupfer. Beim Zusammenschmelzen mit Jodkalium entsteht auf der Kohle ein rother Beschlag von Jodwismuth, v. Kobell, Sitzb. Münch. Akad. 1871. 167. Das von der Bastnäsgrube mit Cerit vorkommende hat nach H. Rose (Gilbert's Ann. 72. 191) 81 Bi, 18,7 S, was ziemlich gut mit $\text{B̶i}\,S^3$ stimmt. In der Reinerzau (württembergischer Schwarzwald) kam er früher in groben krystallinischen Strahlen eingesprengt im grünen Flußspath vor. Zu Biber in Hessen finden sich glänzende Nadeln haufenweis in kleinen Drusenräumen des Zechsteins. Uebrigens muß man sehr vorsichtig sein, das Mineral nicht mit Kupferwismuth zu verwechseln. So hielt man bisher die schmalen Strahlen im Hornstein von Schwarzenberg im Erzgebirge für einfaches Schwefelwismuth, bis Schneider bewies, daß es 18,7 Kupfer enthalte, also Kupferwismuthglanz sei. Schwefelwismuthhaltig ist ferner Nadelerz, Wismuthsilber, Wismuthkupfer ꝛc.; Nickelwismuthglanz pag. 836, Karelinit pag. 811. Neuerlich ist auch Bleiwismuthglanz (Rezbanyit, Jahrb. 1874. 681) $\dot{P}b^2\dddot{B}i$ von der Formel des Dufrenoisit aus Rezbanya beschrieben worden. Die kleinen scheinbar zweigliedrigen Nadeln gaben mit Jodkalium einen gelben Beschlag von Jodblei und einen rothen von Jodwismuth. Cosalit (Jahrb. 1868. 847) von Mexico soll damit übereinstimmen.

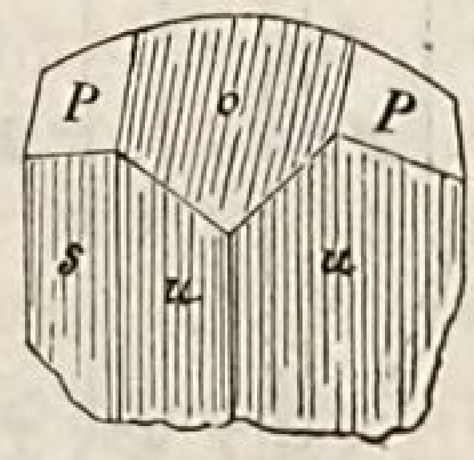
Selenwismuthglanz (Frenzelit) $Bi_2 Se_3$ von Guanaxuato in Mexico (Jahrb. 1874. 679 und 1875. 685), ebenfalls graue starkglänzende Strahlen mit deutlich blättrigem Bruch, scheint isomorph mit Wismuthglanz zu sein. Siehe Wismuth pag. 731.

3. Rauschgelb.

Sandaraca vera Reuschgeel, oder rosgeel, nam Itali colorem rubrum appellant rossum, Agricola 707. „Von denen Krämern und Mahlern Rauschgeel genennet.“ Risigallum Wallerius (Mineralog. Species 222). Stammt aus der italienischen Benennung rosso gelo (rothes Glas), weil man vorzugsweise das rothe einfache Schwefelarsenik ArS darunter verstand. Es ist schon im hohen Alterthum gekannt. Das mineralogisch interessantere ist das

Gelbe Rauschgelb $\dddot{A}s$, schlechthin Rauschgelb, *ἀρσενικόν*, Auripigmentum Plin. 33. 22, quod in Syria foditur pictoribus in summa tellure, auri colore, sed fragili, lapidum specularium (Gyps) modo. Daraus verstümmelt Operment, englisch Orpiment, Arsenic sulfuré jaune. Gelbe Arsenblende.

Zweigliedrig, von Mohs zuerst richtig erkannt. Kleine zum Linsenförmigen sich neigende Krystalle kommen in einem dunkeln Thon, der Stücke von grauem Dolomitsande einwickelt, von Tajowa bei Neusohl in Niederungarn häufig vor. Man darf den Thon nur ins Wasser legen, so fallen knollige Drusen heraus; die Streifung und der geringe Glanz der Flächen lassen jedoch nur annähernde Bestimmung zu. Gewöhnlich herrscht eine stark längsgestreifte Säule s = a : b : ∞c, die nach dem Augenmaß von einem rechten Winkel nicht stark abweicht. Am freien Ende ist das Oktaeder P = a : b : c gerade aufgesetzt, dessen vordere Endkante durch o = a : c : ∞b (83° 37′) stark, häufig bis zum Verschwinden von P, abgestumpft wird. Dieses zugehörige Paar ist ebenfalls parallel der Kante a : c stark gestreift, und da sich auch zwischen P/o noch Abstumpfungsflächen einstellen, so erzeugt sich ein Anfang von linsenförmiger Krümmung. In der Säulenzone gibt Mohs noch die Flächen u = a : 2b : ∞c an, mit 117° 49′ in der vordern Säulenkante, daraus würde s/s 79° 20′ im vordern Säulenkantenwinkel folgen, was nicht sehr vom Grauspießglanzwinkel abweicht. Aber Mohs gesteht selbst zu, daß es nur rohe Näherungswerthe seien. Am wichtigsten ist der ausgezeichnete Blätterbruch b = b : ∞a : ∞c, so deutlich als beim Gyps, und in den kleinen Krystallen einen starken innern Lichtschein erzeugend. Er ist quer gestreift (parallel der Axe a), wie beim Grauspießglanz. Besonders schön kann man diesen Blätterbruch bei den derben Stücken, die aus Persien stammen sollen (Kurdestan, Ritter Erdkunde XI. 634; Wright Sillim. Amer. Journ. 14. 103), darstellen.



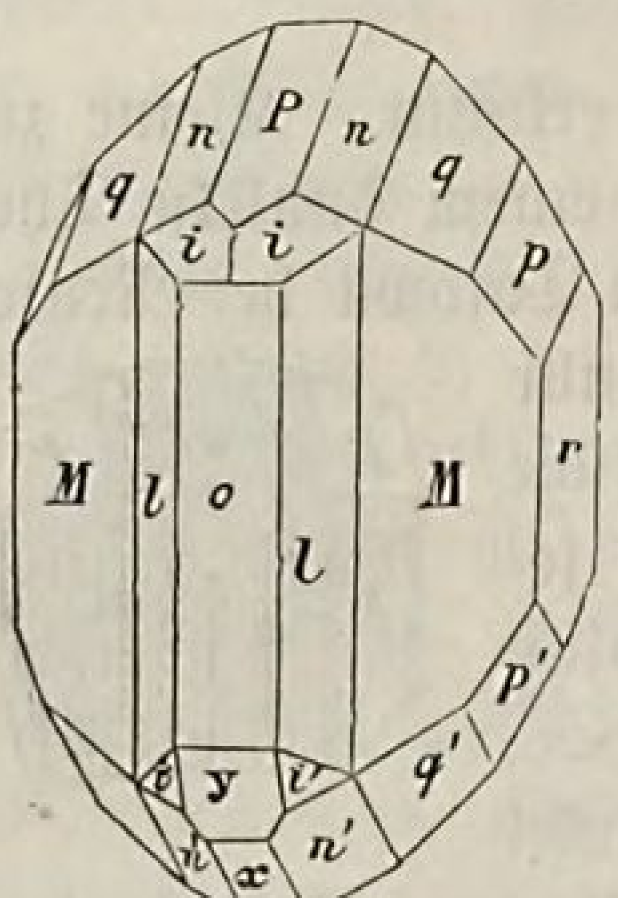
Ausgezeichnet citronengelb, mit Perlmutterglanz, hochgelbem Strich,

daher zu Malerfarbe tauglich. Blättchen und selbst dickere Platten scheinen stark durch, aber wirken nicht sonderlich auf das Dichroskop. Härte 1—2, milde und gemein biegsam, Gew. 3,5.

Vor dem Löthrohr entzündet es sich leicht, und brennt mit weißlicher Flamme unter Entwicklung von schwefliger und arseniger Säure fort. Die ältern Chemiker hielten es für das schwefelärmere, bis Klaproth (Beiträge V. 234) das Gegentheil bewies. Derselbe fand 62 As und 38 S, was ungefähr der Formel $As S^3$ entspricht, welche 61 As und 39 S fordert. Seltener als das

Rothe Rauschgelb $\dot{A}s$, Rauschroth, Realgar, *σανδαράκη* schon von Aristoteles erwähnt, Plin. 35. 22; Rubinschwefel, weil er fast so leicht als Schwefel brennt. Arsenic sulfuré rouge, rothe Arsenblende.

Zweiundeingliedrig. Schöne Krystalle brechen auf den Erzgängen von Nagyag, Kapnik und Felsöbanya. Sie sind complicirt, aber schon von Hauy richtig erkannt, obgleich gute Exemplare nicht zu den gewöhnlichen Erfunden gehören. Säule M = a : b : ∞c macht vorn 74° 26', sie ist nur versteckt blättrig. Die matte Schiefendfläche P = a : c : ∞b vorn in P/M = 104° 12', ist folglich 66° 5' gegen Axe c geneigt. Die hintere Gegenfläche x = a' : c : ∞b, hinten in x/M = 99° 52' neigt sich 75° 33' gegen c. Daraus folgt vorn der Axenwinkel a/c = 94° 14' und



$$a : b : k = 2{,}7066 : 2{,}0557 : 0{,}2003 = \sqrt{7{,}3257} : \sqrt{4{,}2258} : \sqrt{0{,}04012}$$

$$lga = 0{,}4324246,\ lgb = 0{,}3129523,\ lgk = 9{,}3016809.$$

In der Säulenzone ist die scharfe Säulenkante stets durch l = a : 2b : ∞c zugeschärft; o = a : ∞b : ∞c und r = b : ∞a : ∞c gewöhnlich nur untergeordnet die Säulenkanten abstumpfend. Bei complicirten Krystallen entwickeln sich vor allem die Diagonalzonen von P und x stark: vorn n = a : b : c und hinten n' = a' : b : c : unter n folgt q = a : $\frac{1}{2}$b : c und q' = a' : $\frac{1}{2}$b : c. Schon Phillips gibt noch ein drittes Paar p = a : $\frac{1}{3}$b : c und p' = a' : $\frac{1}{3}$b : c an. Vorn in Kante P/l und n/n' liegt i = b : c : $\frac{1}{3}$a, oft sehr ausgedehnt. Hinten nicht selten eine dreifach schärfere y = a' : 3c : ∞b, in deren Diagonalzone i' = b : c : $\frac{1}{3}$a', das Gegenstück von i, fällt, so daß zwischen Hinten und Vorn eine auffallende Symmetrie herrscht, wenn alle Flächen da sind. Optische Axen liegen in der Medianebene.

Morgenroth ein wenig ins Gelbe gehend, pomeranzengelber Strich. Diamantglanz mit großer Durchscheinenheit. Ausgezeichneter kleinmuscheliger Bruch, da die Blätterbrüche versteckt liegen. Gypshärte, Gew. 3,5.

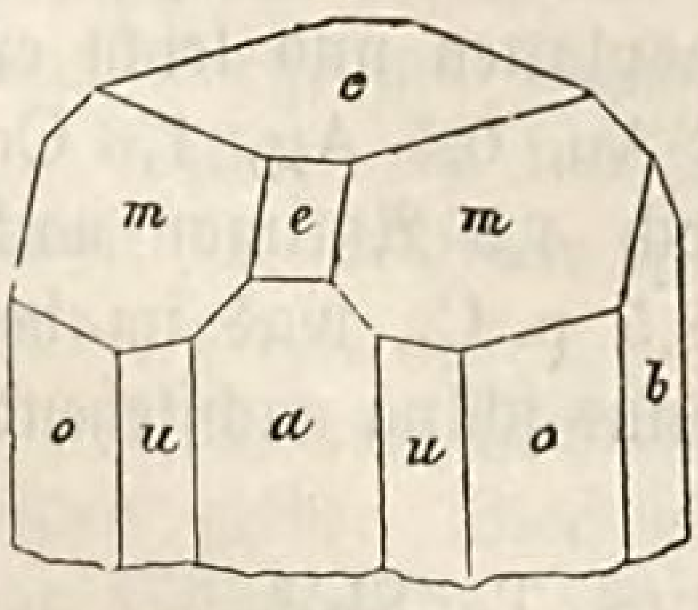
Vor dem Löthrohr entzündet es sich noch leichter als das gelbe und brennt mit weißlicher Flamme fort. Einfaches Schwefelarsen As S mit 70 As und 30 S. Man schreibt es auch wohl $As S^2$. Die Krystalle

zerfallen leider im Sonnenlicht nach längerer Zeit zu Pulver, man muß sie daher vorsichtig im Finstern aufbewahren.

Arsenik mit Schwefel zusammengeschmolzen gibt eine glasige Masse, die dem derben Realgar zwar ähnlich sieht, aber geringeres Gewicht (3,3 bis 3,2) und größere Härte (3) hat. An der Härte allein kann man das künstliche schon leicht unterscheiden (Hausmann, Pogg. Ann. 79. 315). Da es zum Entfärben des Glases dient und mit Salpeter und Schwefel gemischt zu dem blendenden indianischen Weißfeuer benützt wird, so kommt es in Handel. Das natürliche unterscheidet sich namentlich auch dadurch, daß es geschmolzen sehr leicht wieder krystallisirt. Das gelbe Rauschgelb $As S^3$ geht dagegen in einen völlig amorphen Zustand über, und gleicht insofern der arsenigen Säure Äs pag. 809. Die Chinesen machen sich daraus Gefässe, welche sie mit Citronensaft und Weinessig füllen, und dann verschlucken, Hauy Min. IV. 307.

Beide Rauschgelb und Rauschroth, kommen in der Natur wohl zusammen vor, wie z. B. im Thon von Tojawa in Ungarn, aber hier wie es scheint nur sehr oberflächlich (Cotta, Jahrb. 1861. 333). Das rothe findet man jedoch gewöhnlicher auf Erzgängen vereinzelt in Gesellschaft von Grauspießglanz: Nagyag, Kapnik, Felsöbanya, Joachimsthal 2c. Auch zu Wittichen und Markirchen kam es früher vor, zu Wolfsberg auf dem Unterharze in Grauspießglanz eingesprengt. Auffallend sind die schön rothen Körner im schneeweißen Dolomit des Binnenthal (Wallis), deren Formenreichthum Hessenberg (Senckenb. Nat. Ges. II. 169) beschrieb, und wo auch das gelbe selten vorkommt; im Gyps von Hall in Tyrol; im Muschelkalk von Wieslod (Jahrb. 1857. 550); in der Braunkohle von Kärnthen. Endlich ist es auch ein Product der Vulkane, z. B. des Vesuv und Aetna. Die feinen Spalten der Fumarolen in der Solfatara der phlegräischen Felder sind mit Realgarkrystallen ausgekleidet, darauf finden sich kleine, durchsichtige, gelbe, sehr zerbrechliche Krystalle, die Scacchi

Dimorphin $As^4 S^3$ nennt (Erdmann's Journ: prakt. Chem. 55. 54), ihr Strich ist oraniengelb, aber es fehlt der blättrige Bruch des gelben Rauschgelbs, Gew. 3,58. Es sind zweigliedrige Formen: Oktaeder m = a : b : c 111° 10′ in den vordern und 119° 14′ in den seitlichen Endkanten; o = a : b : ∞c hat 83° 40′ in der vordern Säulenkante; e = a : c : ∞b, u = a : 2b : ∞c, c = c : ∞a : ∞b, a = a : ∞b : ∞c, b = b : ∞a : ∞c. Daraus folgt das Axenverhältniß a : b = 1,287 : 1,153. Damit kommt noch eine ganz ähnliche Form vor, aber mit den Axen a : b = 1,658 : 1,508, die respektive $\frac{9}{7}$mal größer sind bei gleicher Axe c. Das wäre ganz etwas Aehnliches wie beim Humit pag. 324. Eine sehr ungewöhnliche Sache. Vergleiche auch Kenngott Jahrb. 1870. 537.



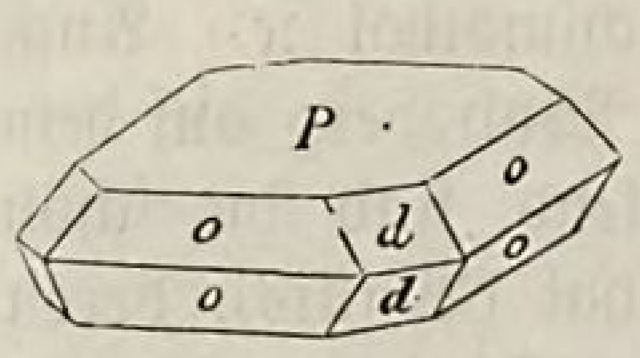
Golderze.

Spielen nur eine sehr untergeordnete Rolle. Sie finden sich auf Gängen im Grünsteintrachyt (Dacit) des Ungarisch-Siebenbürgischen Erzgebirges, wo sie in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts von einem Wallachischen Bauern entdeckt, aber doch erst durch Klaproth (Beitr. III. 1) chemisch näher bekannt wurden, Jahrb. geol. Reichsanstalt 1857. VIII. 82. Petz in Pesth (Pogg. Ann. 57. 467) hat die Analysen wiederholt. In unsern Zeiten fanden sie sich dann auch in Californien und Colorado pag. 681.

Blättererz.

Klaproth Beitr. III. 26 von Nagyag (Nodjog gesprochen) und Offenbanya in Siebenbürgen, daher auch von Werner schlechthin Nagyager-Erz (Nagyagit) genannt. Die Bergleute heißen es blättriges Graugolderz, Hausmann Blättertellur. Tellure natif auroplumbifère, Black Tellurium. Tellurglanz.

Viergliedrig, aber meßbare Krystalle selten. Es herrscht stets der ausgezeichnete Blätterbruch P = c : ∞a : ∞a. Phillips bildet beistehenden Krystall ab, worin die Seitenkanten des Oktaeder o = a : a : c 140°, folglich die Endkanten 96° 43′ machen. Dazu kommt noch das nächste stumpfere Oktaeder d = a : c : ∞a. Dieselbe Combination hat auch Haidinger (Handbuch best. Miner. pag. 566) und Naumann aber mit Winkeln von 122° 44′ in den Seiten- und 103° 17′ in den Endkanten, was einem Oktaeder a : a : $\frac{2}{3}$c entsprechen würde. Es wäre aber auffallend, daß die beiden gleichen Combinationen mit den Winkeln von Phillips und Haidinger neben einander ständen.



Farbe schwärzlich bleigrau, nicht sonderlich starker Metallglanz. Gemein biegsam, milde und schreibend, daher an Molybdän erinnernd, aber minder krummblättrig. Härte 1—2, Gew. 7,2.

Vor dem Löthrohr schmilzt es sehr leicht, gibt einen ausgezeichneten gelben Bleibeschlag, und hinterläßt sogleich ein kleines Goldkügelchen, welches man mit dem Messer auf dem Ambos ausplatten und leicht erkennen kann. Klaproth fand 54 Pb, 32,2 Te, 9 Au, 0,5 Ag, 1,3 Cu, 3 S. Berthier (Pogg. Ann. 28. 401) wies darin noch 4,5 Antimon nach. Nach Petz variirt der Goldgehalt zwischen 6,5—8,5 p. C., was im beigemischten Gelberz seinen Grund haben soll. Berzelius schlug nachstehende Formel vor:

$$\dot{Pb}^9 \dddot{Sb} + \dot{Pb}^9 Au Te^6, \text{ besser } (Pb, Au)^2 (S, Te, Sb)^3.$$

Blätter, zuweilen von quadratischem oder 8seitigem Umriß, kommen auf Gängen im Grünsteinporphyr, der in Trachyt übergeht (Breithaupt's Timazit), zu Nagyag in Manganspath eingesprengt oder in dessen Drusenräumen in freistehenden Blättchen vor. Seltener zu Offenbanya mit Grauspießglanz. Unter den Golderzen das häufigste. Die Gruben stehen

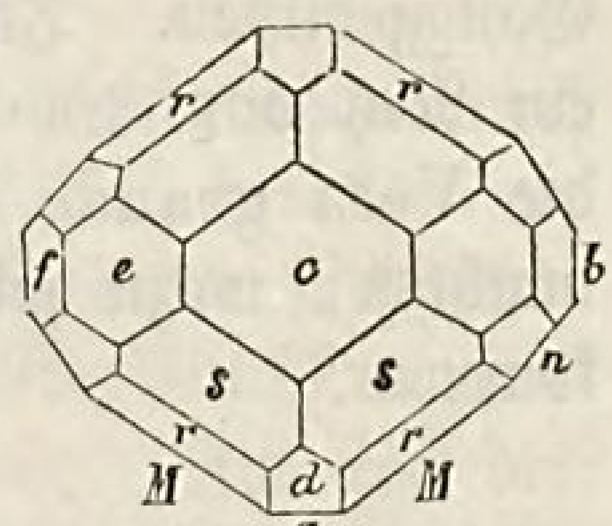
unter Schloß und Riegel, die Bergleute werden bei der Ausfahrt stets untersucht, die „Reicherze“ gleich in lederne Beutel gefüllt, und nach Zalatna auf die Schmelzhütte geschickt.

Gelberz Klaproth Beitr. III. 20, Weißsylvanerz oder Weißtellurerz, begreift das mit Blättererz zu Nagyag vorkommende Golderz von silberweißer Farbe, aber gern gelb anlaufend. Es zeigt öfter einen deutlich blättrigen Bruch, wiegt in den reinsten Stücken 8,33. Klaproth fand 44,75 Te, 26,75 Au, 19,5 Pb, 8,5 Ag. Petz (Pogg. Ann. 57. 475) bestätigt wenigstens den größern Goldreichthum, macht aber auf die Schwierigkeit des sichern Erkennens aufmerksam, und glaubt, daß die reinsten Abänderungen geradezu bleihaltiges Schrifterz seien. Cottonerz. Phillips beschreibt 2gliedrige Krystalle von 105° 30′ in der Säule.

Schrifterz.

Das längst bekannte aurum graphicum auf verwittertem Porphyr der Franciscus-Grube zu Offenbanya. Schrifttellur, Sylvanit. Neuerlich im Calaverasgebirge auf der Stanislausgrube in Californien (Jahrb. 1866. 93), und der Red Cloud mine of Gold Hill in Colorado.

Galt lange für 2gliedrig, gute Krystalle sind zwar sehr selten, doch beschrieb Brooke (Mineralogy 135) beistehendes ausgezeichnete Individuum: eine geschobene Säule M = a : b : ∞c 110° 48′, ihre scharfe Kante wird durch den deutlichen Blätterbruch b = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft; c = c : ∞a : ∞b, a = a : ∞b : ∞c; zwei Oktaeder über einander r = a : b : c und s = a : b : $\frac{1}{2}$c; drei Paare d = a : c : ∞b (mit 96° 56′ in c), e = b : c : ∞a, f = b : 2c : ∞a, i = a : $\frac{1}{3}$b : $\frac{1}{2}$c und n = 2a : b : ∞c.



Phillips gab wieder andere Winkel an. Kokscharow (Jahrb. 1866. 224) schrieb sie sogar 2 + 1gliedrig, mit Zwillingen, welche eine Säule ∞P = 94° 26′ gemein haben, und umgekehrt liegen. Gute Krystalle selten. Gewöhnlich finden sich strahlige Krystalle, welche sich hin und wieder ungefähr unter 120° schneiden. Häufig spiegeln die blättrigen Brüche der verschiedenen Strahlen ein, man hat die Ablagerung sonderbarer Weise mit Schriftzügen verglichen.

Silberweiß ins Stahlgraue, besonders auf dem blättrigen Bruch. Sonst die Krystalle mit einem schwarzen Mulm bedeckt. Härte 2, etwas milde, Gew. 8,3.

Vor dem Löthrohr schmilzt es so leicht als Blättererz, gibt aber keinen gelben Bleibeschlag, als Rückstand bleibt ein bedeutendes Korn von Silbergold. Klaproth fand 60 Tellur, 30 Au, 10 Ag; Petz in den reinsten 59,97 Te, 26,97 Au, 11,47 Ag, 0,76 Cu, 0,25 Pb, 0,58 Sb, und stellte die Formel $AgTe + 2AuTe^3$ auf, welche sich vielleicht in $(Au, Ag)Te^2$ vereinfachen läßt, da Silber und Gold isomorph zu sein pflegen. Es würde dann mit Tellursilbergold $(Au, Ag)Te$ pag. 737 von Nagyag in einfachster Beziehung stehen, wie überhaupt die dortigen

Telluride sich an die Golderze auf das engste chemisch anschließen. In Colorado (Red Cloud) und Californien (Stanislaus) sollen sie massenhaft liegen, und der Werth einer einzigen Tonne auf 26,000 Dollar steigen können. Außer Petzit, Hessit, Altait pag. 737 ist es bronzefarbiger derber Calaverit Au Te[4]. Auch ein Bismuthgold Au^2 Bi pag. 731 wird von Shepard erwähnt.

Silbererze.

Sind für den Bergbau nebst dem gediegenen Silber pag. 688 und Hornerz pag. 613 die wichtigsten, und daher seit langer Zeit wohl gekannt. Der Bergmann gab ihnen den Beinamen Gülden oder Gültigerz, „roth guldenertz“ Agricola 703, also Erze, die einen großen Werth haben. Bermannus pag. 692 heißt es, Argenti rudis genera, colores distingunt, ruber, plumbeus, niger, purpureus, cineraceus. Vor dem Löthrohr sind sie in der Regel durch ein Silberkorn erkennbar, was man auf Kohle aus ihnen reducirt. Sie brechen in Gesellschaft gediegenen Silbers. Andreasberg auf dem Harz, Himmelsfürst bei Freiberg, die alten Schwarzwälder Gruben im Kinzigthale 2c. sind berühmte Fundorte. Gar gern brechen diese „edlen Geschicke“ mit Schwerspath, sie zählen zu den jüngern Ganggebilden. In Amerika waren es die Veta madre in Guanaxuato, ein Netz von 3000 Gängen und Erzschnüren (Berg. Hüttenz. 1876. 426) und die Veta grande bei Zacatecas, die in früherer Zeit so großes Aufsehen machten, wozu jetzt die alles übertreffenden Washoe-Gruben in Nevada kommen.

1. Glaserz Ȧg.

Argentum rude plumbei coloris Glas ertz Agricola 692 und 703: cultro diffinditur perinde ac plumbum, atque dentibus compressum dilatatur. Der Name läßt sich nicht gut erklären, daher wollte ihn schon Henkel in den noch unpassenderen Glanzerz umgeändert wissen, und Klaproth (Beitr. I. 158) nannte es Silberglanzerz. Weichgewächs der Ungarischen Bergleute. Mine d'argent vitreuse R. de l'Isle Cristall. III. 440. Argent sulfuré, Sulphuret of Silver, Argentit.

Reguläres Krystallsystem, doch zeigt es wie das Silber keine vorherrschende Neigung zum Krystallisiren. Würfel, Oktaeder und Granatoeder herrschen vor, aber auch Leucitoeder a : a : ½a trifft man an. Die Krystalle geflossen und gebogen, auch hebt sich der blättrige Bruch, der nach Angaben dem Würfel und Granatoeder folgen soll, nicht hervor. Es wächst wie das gediegene Silber in Drähten, Zähnen, Blechen, Platten, seltener dendritisch. Auch mögen diese nachahmenden Gestalten öfter Afterbildungen von gediegenem Silber sein.

Farbe schwärzlich bleigrau, oft durch Silberschwärze noch schwarz anlaufend. Geschmeidig wie Blei, hat daher einen glänzenden Strich, und läßt sich schneiden, hämmern und prägen. König August von Polen

ließ aus dem sächsischen Glaserz Denkmünzen mit seinem Bildnisse prägen. Härte 2—3, schneidet sich daher etwas schwerer als Blei, Gew. 7,2.

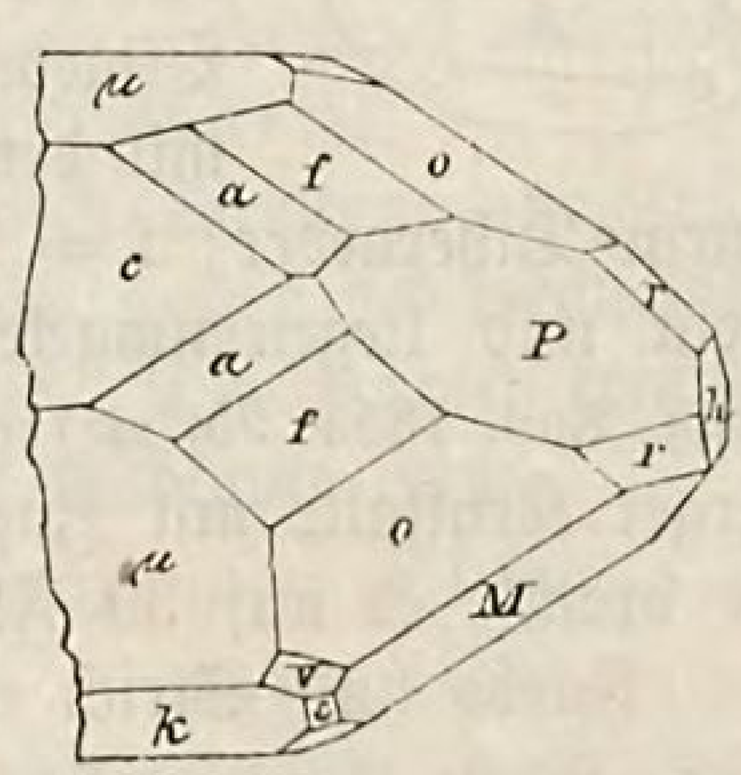
Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht und reducirt sich nach einiger Zeit zu einem Silberkorn, namentlich auf Zusatz von Soda. Schon Klaproth gab darin 85 Silber und 15 Schwefel an, die Formel Ag S würde 87,1 Silber und 12,9 Schwefel oder 108 Ag + 16 S verlangen.

Schwefel hat zum Silber eine große Verwandtschaft: einfach durch Zusammenschmelzen des Schwefels mit Silber kann man ein Sulfuret bereiten, ganz von der Beschaffenheit des Glaserzes, auch aus Silberoxydsalzen gibt Schwefelwasserstoff unter jeder Bedingung einen schwarzen Niederschlag von Silbersulfuret, 100 Ag geben 114,85 Ag S nach Stas. Daraus ist dann auch leicht das Vorkommen des gediegenen Silbers mit Glaserz erklärlich pag. 689.

Auf Gängen und besonders Gangkreuzen: Freiberg, Himmelsfürst, Alte Hoffnung Gottes, Neuer Morgenstern; auf letzterer Grube die schönsten Krystalle und gestrickten Formen. Schneeberg, Joachimsthal. In Ungarn in ausgezeichneten derben Massen mit einer dünnen Kupferkiesschicht überzogen und Eindrücken von Bergkrystall auf dem Stephansschacht bei Schemnitz, zu Kremnitz mit gediegenem Gold. Auf der Grube Wenzel im Schwarzwalde Bleche und Platten zwischen Schwerspath. Mexiko, Peru, Californien ꝛc. ꝛc.

Silberschwärze heißt die erdige, zerreibliche, häufig schon durch Antimon und Arsenik (Sprödglaserz) verunreinigte Masse, die Drusenräume bepudert oder auch lichte Gesteine schwärzt. Was die sächsischen Bergleute Silberbeschlag heißen, ist ein durch Pulverdampf vermittelter silberhaltiger Niederschlag (Müller, Jahrb. 1856. 440). Im 2gliedrigen Silberkupferglanz von Schlangenberg scheint Ag S das $Cu^2 S$ zu vertreten, darnach würde das einfache Schwefelsilber dimorph sein. Was aber bei der Sache auffällt, ist, daß zwei Atome Kupfer ein Atom Silber vertreten sollen. Man hat daher vorgeschlagen, das Atomgewicht des Silbers (108) zu halbiren (54), was auch nach der specifischen Wärme sein sollte. Dazu kommt der Isomorphismus des $\dot{Ag}$ mit $\dot{Na}$ pag. 671. Nach der specifischen Wärme müßte es auch bei den Alkalien nicht $\dot{Na}$, sondern $\dot{N}a$ heißen. Freilich würde dann Silberoxydul $Ag^4 O$ werden. Aber H. Rose fand auch beim Kupfer ein „Quadrantoxyd“ $Cu^4 O$.

Akanthit $\dot{Ag}$, zweigliedriges Glaserz, nach den spitzigen Krystallen genannt; wurde von Kenngott (Sitzb. Wien. Akad. 1855. XV. 234) zu Joachimsthal entdeckt, und später auf der Grube Himmelsfürst in meßbaren **Krystallen** (Dauber l. c. 1860. XXXIX. 685) zusammen mit Glaserz und Sprödglaserz gefunden. Säule M = a : b : ∞c macht 110° 36′, das weicht 9° vom Kupferglas ab. Fläche k = a : ∞b : ∞c



stumpft ihre stumpfe und $h = b : \infty a : \infty c$ ihre scharfe Kante ab. Hauptoktaeder $o = a : b : c$ hat in der vordern Endkante 121°, gibt $a : b = \sqrt{0{,}475} : \sqrt{0{,}9774}$; $\mu = a : c : \infty b$ und $P = b : c : \infty a$ bilden die zugehörigen Paare. Nach μ, welche dem Kupferglas fehlt, verlängern sich die Krystalle, daher nahm Dauber μ/μ als Hauptsäule, aber die Zwillinge, welche M gemein haben, und umgekehrt liegen, müssen entscheiden. Zwei Oktaeder $f = 2a : 2b : c$, $a = 3a : 3b : c$, $r = a : \frac{1}{3}b : \frac{1}{2}c$, $\varepsilon = a : 3b : \infty c$, $\nu = \frac{1}{2}a : b : c$, $m = 2a : c : \infty b$, $n = a : \frac{1}{3}b : \frac{1}{4}c$ und andere Flächen kommen vor. Im Uebrigen ganz wie Glaserz. Breithaupt (Jahrb. 1862. 453) sprach sogar noch von einem dritten einfachen Schwefelsilber bei Freiberg (Deleminzit) mit einer rhombischen Säule von 116° und 7,2 Gew.

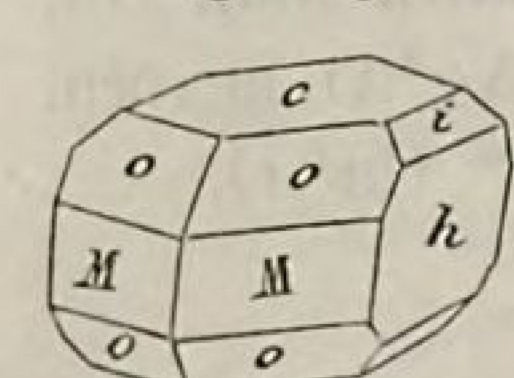
G. Rose (Kryst. chem. Mineral. pag. 21) setzt mit dem Glaserz noch Bleiglanz pag. 839, Selenblei pag. 845, Manganblende pag. 828, Tellursilber und Tellurblei pag. 737 isomorph, da sie alle gleiche atomistische Zusammensetzung bei regulärer Krystallform haben. Wie Bleiglanz ist auch das

Selensilber Ag Se (Pogg. Ann. 14. 471), welches bei Tilkerode kleine schmale Gänge im Seelenblei bildet, nach drei rechtwinkligen Richtungen vollkommen blättrig. Eisenschwarz, Härte 2—3, Gew. 8. Weniger geschmeidig als Glaserz. Die unvollständige Analyse gab 65,5 Ag, 4,9 Pb, 24 Se.

Sprödglaserz $\dot{A}g^5 \dddot{S}b$.

Sprödglaserz ist die Bezeichnung sächsischer Bergleute. Denn es ist zwar milde, aber weniger geschmeidig als Glaserz, dem es äußerlich sehr gleicht und womit es gewöhnlich zusammen vorkommt. Argentum rude nigrum Gedigen schwarz ertz Agricola 703, daher Argent noire Romé de l'Isle Crist. III. 467, Schwarzgülden, Melanglanz, Stephanit. Schon die alten Mineralogen sahen es als ein Mittelding zwischen Glaserz und Rothgülden an, was auch die Analyse von Klaproth (Beitr. I. 162) bestätigte, der es sprödes Silberglanzerz nannte.

Zweigliedrige Krystalle. Säule $M = a : b : \infty c$ 115° 39′, deren



scharfe Kante $h = b : \infty a : \infty c$ gerade abstumpft. Durch Vorherrschen der Geradendfläche $c = c : \infty a : \infty b$ werden die Krystalle tafelartig und dem Kupferglas ähnlich. Oktaeder $o = a : b : c$ in der vordern Endkante 130° 16′ mit dem Paare $i = b : 2c : \infty a$ (72° 12′ in c) gleichen einem Dihexaeder; $f = 2a : 2b : c$. Zwillinge haben die Säule M gemein und liegen umgekehrt. Kein deutlich blättriger Bruch. Schröder Pogg. Ann. 1855. 95. 257) gab eine ausführliche Monographie der Andreasberger Krystalle mit Zugrundelegung von $a : b : c = 0{,}918 : 1{,}459 : 1$. Er brachte es auf 39 Flächenausdrücke mit 123 Parallelräumen!

Farbe und Strich eisenschwarz, opak, Metallglanz nicht sonderlich stark, Härte 2—3, milde und gibt noch kein rechtes Pulver, Gew. 6,27.

Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht mit nur schwachem Antimonrauch, und gibt bald ein unreines Silberkorn, was auf Zusatz von Soda sich reinigt. H. Rose (Pogg. Ann. 15. 474) fand 68,5 Ag, 0,6 Cu, 14,7 Sb, 16,4 S, was der Formel $6\,Ag\,S + Sb^2\,S^3$ entspricht. Dasselbe stammte von Schemnitz, wo es als Röschgewächs nebst Glaserz (Weichgewächs) das hauptsächlichste Silbererz bildet. Andreasberg, Freiberg, Joachimsthal, Przibram ꝛc. Wenn es nicht deutlich krystallisirt ist, so kann es leicht verkannt werden, weil es oft innig mit Glaserz und Rothgülden verwächst.

Polybasit $(\dot{A}g, \dot{C}u)^9 (\dddot{S}b, \dddot{A}s)$ Rose (Pogg. Ann. 15. 573), Eugenglanz Brth., wegen seiner Aehnlichkeit mit Sprödglaserz von jeher damit verwechselt. Allein G. Rose zeigte, daß die sechsseitigen Tafeln von Guanaxuato und Durango in Mexiko dem 3 + 1axigen Systeme angehören, denn die Seitenflächen schneiden sich unter 120°. Wie beim Eisenglanz ist die versteckt blättrige Geradendfläche stark gestreift parallel den Kanten eines gleichseitigen Dreiecks, was auf ein Rhomboeder deutet, das nach Breithaupt 84° 48′ in den Endkanten hat. Kommt das Gegenrhomboeder hinzu, so entsteht ein Dihexaeder mit 129° 32′ in den Endkanten. Dagegen fand Descloizeaux in ganz dünnen Blättchen von Freiberg zwei optische Axen, dann wäre es mit Sprödglaserz isomorph.

Farbe und Strich eisenschwarz, im reflectirten Sonnenlicht scheinen die Blätter der Geradendfläche mit der Farbe des Rothgülden durch. Milde. Härte 2—3, Gew. 6,2.

Vor dem Löthrohr schmilzt er außerordentlich leicht, leichter als Sprödglaserz, und gibt zuletzt ein kupferhaltiges Silberkorn. Im Wesentlichen $9\,Ag\,S + Sb\,S^3$, aber ein Theil des Silbers wird durch Kupfer und ein Theil des Antimons durch Arsenik ersetzt. Der Polybasit von Schemnitz (Pogg. Ann. 28. 158) hatte 72,4 Ag, 3 Cu, 6,2 As, 0,25 Sb; von Freiberg 70 Ag, 4,1 Cu, 8,4 Sb, 1,2 As; von Mexiko 64,3 Ag, 9,9 Cu, 5,1 Sb, 3,7 As. Zink und Eisen verunreinigen ihn. Bei Przibram enthält er gar kein Arsen und statt 9 nur 7 Atom Base (Jahrb. 1860. 716).

3. Rothgiltigerz $\dot{A}g^3 (\dddot{S}b, \dddot{A}s)$.

Rothgülden. Argentum rude rubrum rodt gulden ertz Agricola 692 und 703. Rubinblende, Silberblende, Pyrargyrit und Proustit ꝛc. Mine d'argent rouge de l'Islè Cristall. III. 447. Argent antimonié sulfuré Hauy, Red Silver. Das schönste aller Silbererze.

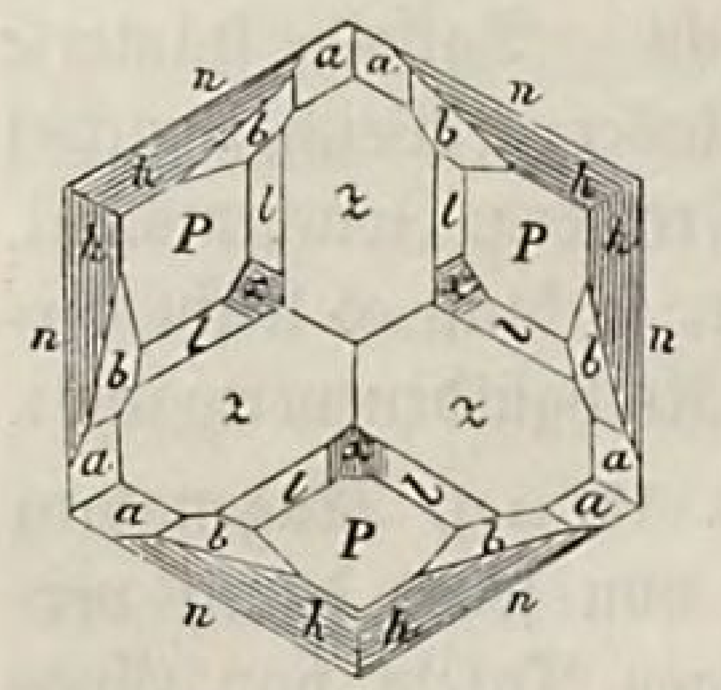
Rhomboedrisch, allein die Krystalle durch Streifung und Krümmung der Flächen häufig entstellt, und die Winkel wegen des wechselnden Antimon- und Arsenikgehaltes nicht ganz constant. Die Formen erinnern sehr an Kalkspath. $P = a : a : \infty a : c$ in der Endkante beim

dunkeln Rothgülden 108° 30′ gibt Seitenaxe $a = \sqrt{1,596}$,

lichten Rothgülden 107° 36′ — — $a = \sqrt{1,533}$.

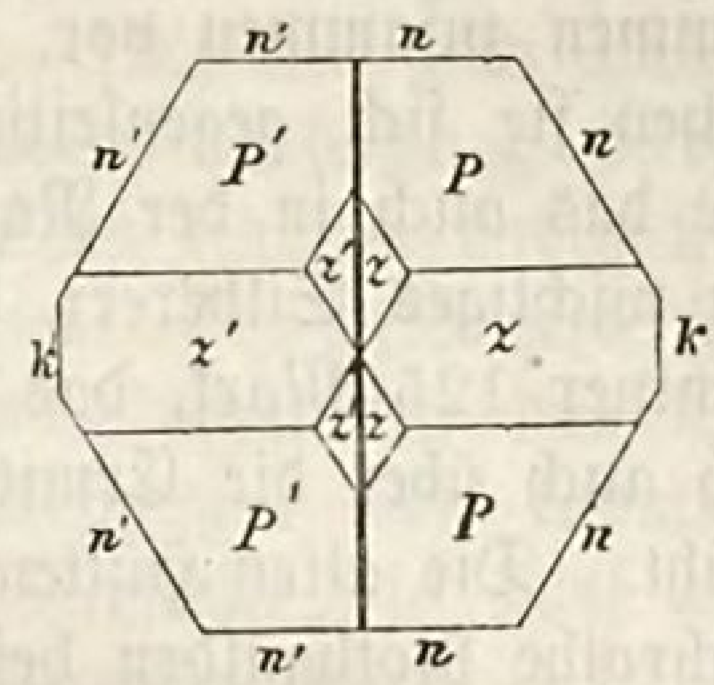
Dieses Hauptrhomboeder kommt als alleinige Endfläche schön zu Joachims-

thal und auf dem Himmelsfürst bei Freiberg vor. Es ist zwar nur schwach blättrig, doch folgt ihm die Flächenstreifung, so daß man sich vqrnach am leichtesten orientirt, selbst wo sie fehlt, wie bei vielen Andreasbergern. Dazu gesellt sich stets die 2te sechsseitige Säule $n = a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$, die mit P ein dreigliedriges Dodekaid machen, wie es bereits Romé de l'Isle gut abbildet. Die Geradendfläche $o = c : \infty a : \infty a : \infty a$ ist selten, doch kommt sie zu Johann-Georgenstadt als alleinige Endigung der Säule n vor. Die seltenere erste sechsseitige Säule $k = a : a : \infty a : \infty c$ stellt sich nach Mohs öfter, wie beim Turmalin, nur hälftflächig ein, die abwechselnden Kanten von n abstumpfend. Das nächste stumpfere Rhomboeder $z = 2a' : 2a' : \infty a : c$, häufiger als P, mißt nach H. v. Rath (Pogg. Ann. 158. 423) $137^0\ 52'$ in den Endkanten. Oftmals herrscht es allein am Ende der 2ten Säule. Am häufigsten trifft man den Dreikantner $l = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{4}c$ mit $160^0\ 28'$ und $140^0\ 20'$ in den Endkanten, die Kante zwischen den beiden Rhomboedern P/z abstumpfend. Seine scharfe Endkante stumpft das nächste stumpfere Rhomboeder z und seine stumpfe über P das Rhomboeder $x = \frac{8}{5}a : \frac{8}{5}a : \infty a : c$ ab, welches aber durch Diagonalstreifung gewöhnlich entstellt ist. Hauy erwähnt noch eines sehr ähnlichen $b^4 = c = a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{5}c$ in der Endkantenzone des Rhomboeder. In der Seitenkantenzone kommt der gewöhnliche Dreikantner $h = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : c$ vor, außerordentlich stark gestreift parallel der Seitenkante. Häufig auch $f = \frac{1}{3}a : \frac{1}{7}a : \frac{1}{4}a : c$, ihm gehören meist die vorherrschend auftretenden Dreikantner von Churprinz bei Freiberg und von Andreasberg an, an den Enden durch Dreikantner l abgestumpft. Auch ein Dreikantner $d^{\frac{3}{2}} = \frac{1}{2}a : \frac{1}{5}a : \frac{1}{3}a : c$ wird noch angegeben, und in der Endkantenzone das Dihexaeder $b^2 = 3a : \frac{3}{2}a : 3a : c$, welches bei Johann-Georgenstadt mit beiden sechsseitigen Säulen und der Geradendfläche vorkommt, die Endkante n/o abstumpfend, so daß also in der Kantenzone des Rhomboeder P die 8 Flächen $n\,f\,d^{\frac{3}{2}}\,h\,c\,l\,b^2\,z$ beobachtet sind. Bei Andreasberg kommt sehr bestimmt eine Abstumpfungsfläche zwischen l und h vor, sie gehört dem Dreikantner $b = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : \frac{5}{8}c$ an. Mohs nennt auch einen Dreikantner 2ter Ordnung $a = a' : \frac{1}{3}a' : \frac{1}{2}a' : c$, er ist durch die Zonen z/n und b/b bestimmt, da er die scharfen Endkanten des Dreikantners b zuschärft. Oefter stumpft das nächste schärfere Rhomboeder $i = \frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a' : \infty a : c$ die scharfe Endkante des Dreikantner h ab. Complicirt sind die Skalenoeder $\lambda = \frac{a}{4} : \frac{a}{11} : \frac{a}{7} : \frac{c}{15}$ und $\varrho = \frac{a}{5} : \frac{a}{16} : \frac{a}{11} : \frac{c}{9}$, welche Hr. v. Rath bei Andreasberg fand. Bei Markirch in den Vogesen ist nach Dufrénoy früher auch das Gegenrhomboeder $e' = a' : a' : \infty a : c$ am Dreikantner $d^{\frac{3}{2}}$ vorgekommen. Hr. Q. Sella (Accademia Scienz. Turino 10. Febr. 1856) gab eine Uebersicht sämmtlicher Flächen: von 322 Symbolen kamen 175 auf Quarz, 146 auf Kalkspath und 84 auf Rothgülden.

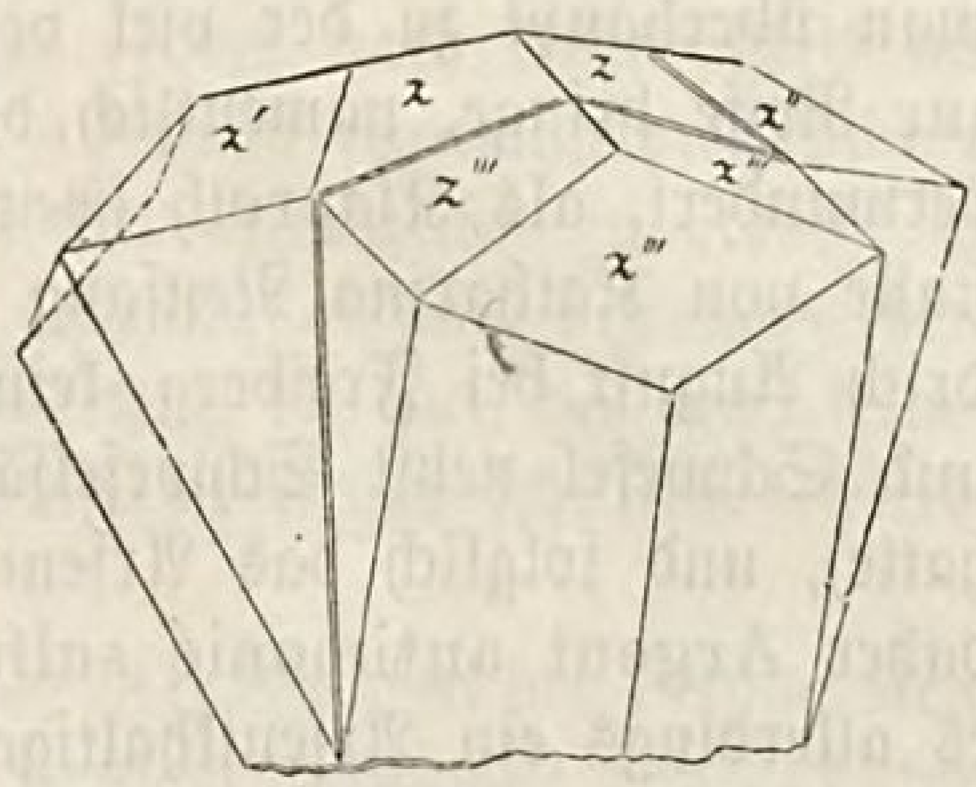


Zwillingsgesetze gibt es drei (vergleiche Kalkspath pag. 492).

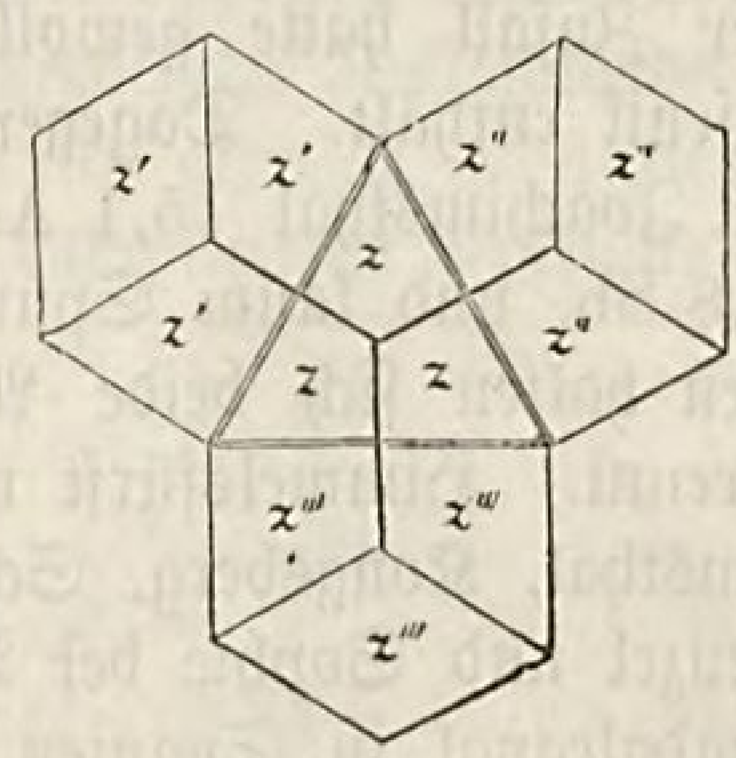
1. Die Individuen haben die Geradendfläche gemein, und liegen umgekehrt: gewöhnlich verwachsen sie mit einer Fläche k der ersten Säule, die ohnehin nur zur Hälfte auftritt, und das eine Rhomboeder legt dann seine Kanten hin, wo das andere seine Fläche hat. Sie erscheinen öfter so, als wenn man ein Individuum parallel k halbirt und die Hälften auf der Halbirungsfläche um 180° gegen einander verdreht hätte, wie vorstehende Horizontalprojection zeigt. Eine ungewöhnliche Art von Zwillingsbildung.



2tes Gesetz. Die nächsten stumpfern Rhomboeder z haben eine Fläche gemein und liegen umgekehrt. Zuweilen soll es wie beim Kalkspath vorkommen, daß die Zwillingsindividuen mit vielen Wiederholungen mit der Fläche z an einander grenzen. Viel gewöhnlicher als diese beiden ist jedoch das



3te Gesetz. Die Individuen haben eine Fläche des 2ten stumpfern Rhomboeders 4a : 4a : ∞a : c gemein und liegen umgekehrt. Dabei legen sie sich so an einander, daß die Zwillingsgrenze senkrecht gegen die Kante des nächsten stumpfern Rhomboeders z steht. Denn Folge des Gesetzes ist, daß die Endkanten des Rhomboeders z/z mit z'/z' in einer Flucht liegen, und z/z mit z'/z' spiegeln. Man darf ja nur die gemeinsame Fläche hinzu denken, welche beide Kanten z/z und z'/z' zugleich abstumpfen muß, um die Sache einzusehen. Gewöhnlich wiederholt sich der Zwilling dreimal, so daß ein Vierling entsteht mit dreigliedriger Ordnung, weil je ein z mit z' z'', z' z''', z'' z''' einspiegelt. Die drei dick gezeichneten Kanten im Centrum sind die, welche von je zwei Individuen in einer Flucht liegen. Vergleiche auch Antimon pag. 732 und Tetradymit pag. 736. Viele der büschelförmigen Gruppirungen haben in solchen Vierlingsbildungen ihren Grund.



Nach der Farbe unterscheidet man ein

dunkeles oder Antimon-Rothgülden und **lichtes** oder Arsenik-Rothgülden.

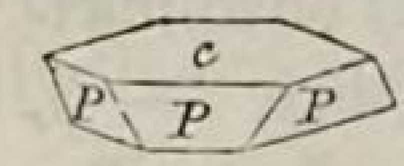
Dunkel cochenillroth bis bleigrau, aber mit viel lichterm Strich. Halb durchscheinend. Diamantglanz. Härte 2—3, milde. Gew. 5,85. Brechexp. 2,96.	Licht cochenillroth, fast Realgar ähnlich, Strich lichtroth. Stark durchscheinend. Diamantglanz. Härte 2—3, milde. Gew. 5,55. Brechexp. 3.
Pyrargyrit $\acute{A}g^3 \ddot{S}b$ mit 59 Silber.	Proustit $\acute{A}g^3 \ddot{A}s$ mit 65 Silber.
Andreasberg, Himmelsfürst.	Joachimsthal, Wittichen.

Vor dem Löthrohr decrepitiren sie, geben beide ein Silberkorn, auch reducirt sich Antimonrothgülden leichter als Arsenikrothgülden. Beide kommen zusammen vor, dunkeles aber häufiger als lichtes. Doch überziehen sie sich gegenseitig, so daß nicht scharf geschieden werden kann, wie das auch in der Natur der Sache liegt. Für den Bergmann ist es ein wichtiges Silbererz, denn das lichte Rothgülden von Wolfach gab im Centner 125 Mark, das dunkele 116 Mark fein Silber. Daher hat man sich auch über die Ermittelung der Zusammensetzung von jeher viel bemüht. Die alten Hüttenleute sahen das lichte für arsenikhaltig an. „Das hochrothe Rothgülden besteht, nebst dem Silber, pur aus Arsenicum." Zu dieser falschen Ansicht verleitete die rothe Farbe des Realgar pag. 862, was der Bergmann geradezu „unreifes Rothgülden" nannte. So kam man überhaupt zu der viel verbreiteten Ansicht, daß Arsenik die Metalle zur Reife bringe, namentlich das Silber. Man war daher nicht wenig verwundert, als Klaproth (Beiträge I. 141) gestützt auf Analysen der Krystalle von Katharina Neufang zu Andreasberg und vom Churprinz Friedrich August bei Freiberg keine Spur Arsenik, sondern blos Antimon und Schwefel nebst Schwefelsäure fand (ob er gleich hellfarbige gewählt hatte), und folglich das Arsenik ganz darin läugnete. Hauy nannte es daher Argent antimonié sulfuré. Doch zeigte Proust bald darauf, daß es allerdings ein Arsenikhaltiges gäbe, Beudant nannte das Proustit. Der Zufall hatte gewollt, daß auch das lichte von Andreasberg kein Arsenik enthält. Dagegen fand H. Rose (Pogg. Ann. 15. 473) im lichten von Joachimsthal 15,1 As und nur 0,7 Sb, Bonsdorff im Andreasberger 22,8 Sb, und kaum Spuren von Arsenik. Nach den vorhandenen Analysen halten sich beide Arsenik- und Antimonrothgülden ziemlich scharf getrennt. Himmelsfürst und Churprinz bei Freiberg, Andreasberg, Joachimsthal, Kongsberg, Schemnitz. Früher Markirch im Elsaß, die Grube Wenzel und Sophie bei Wittichen auf dem Schwarzwalde. Kongsberg, Guadalcanal in Spanien. Zu Potosi Rossiclero genannt, R. Delisle Essai 374. Massen auf der Veta Negra bei Sombrerete in Mexico. Zu Copiapo in Chili wird das Erz gemahlen mit Kupferchlorür und heißer Salzsoole überschüttet (Berg. Hütt. Zeit. 1871. 29), und das Silber sofort durch Zink ausgeschieden:

$$\dot{A}g^3 \dddot{\bar{S}}b + 3\,\bar{C}u\,\bar{C}l + Na\,\bar{C}l = 3\,\dot{A}g + \bar{S}b\,\bar{C}l^3 + 3\,\dot{\bar{C}}u + Na\,\bar{C}l$$

$$\dot{A}g + \bar{C}u\,\bar{C}l + Zn + Na\,\bar{C}l = Ag + \dot{\bar{C}}u + Zn\,\bar{C}l + Na\,\bar{C}l.$$

Xanthokon Breith. (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 20. 67 und Pogg. Ann. 64. 272, ξανθός gelb), von der Grube Himmelsfürst zu Erbisdorf bei Freiberg: dünne pomeranzengelbe Tafeln mit gelbem Strich in Kalkspath eingesprengt, von der Farbe des Greenockit, und von der Form

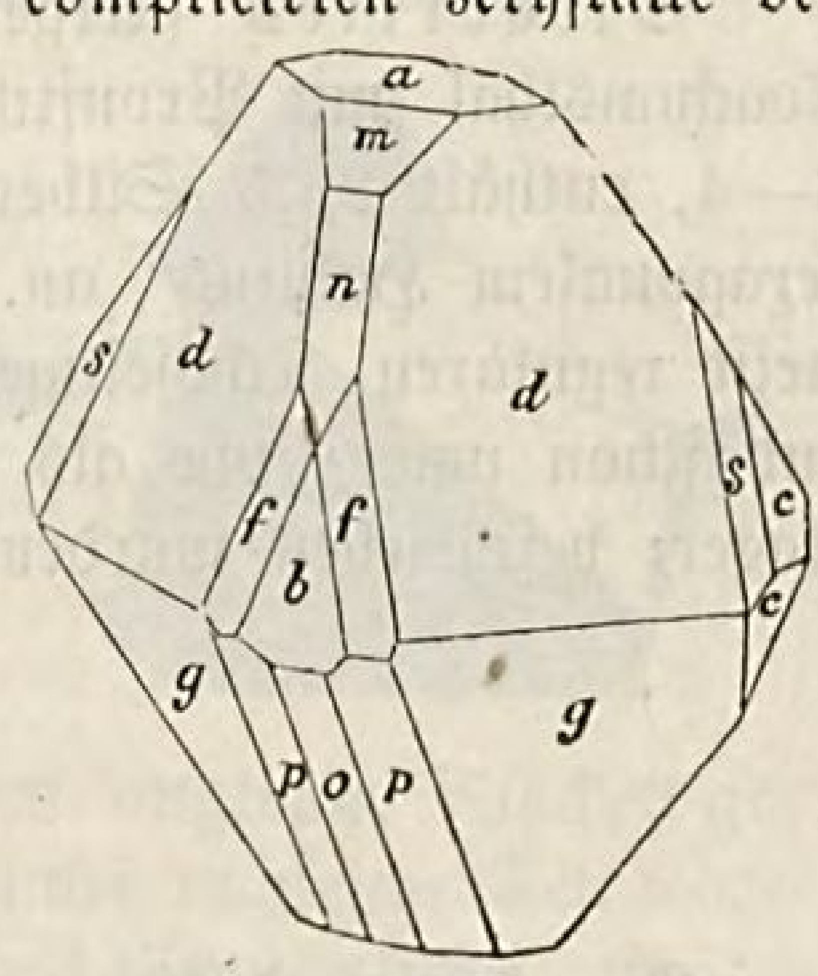


des vulkanischen Eisenglanzes: es herrscht die Geradendfläche vor, an deren Rändern das Rhomboeder P = a : a : ∞a : c 71° 32′ in den Endkanten hat, auch das nächste stumpfere 2a′ : 2a′ : ∞a : c wird gefunden. Härte 2—3, Gew.

5,1. Im Jahre 1797 ist es von brauner Farbe in nierenförmigen Aggregaten vorgekommen, hatte aber auch einen gelben Strich. Plattner fand in diesem letztern 64,2 Ag, 21,3 S, 1 Fe, 13,5 As, und glaubte daraus die Formel $2\,Ag^3\,S^3\,As\,S^3 + Ag^3\,S^3\,As\,S^5$ ableiten zu dürfen, worin neben dem ersten Gliede von licht Rothgülden eine bis dahin nicht gekannte Schwefelungsstufe von $As\,S^5$ vorkäme. Es wird also Ag : As : S = 9 : 6 : 20 sein, während beim Arsenik-Rothgülden das Verhältniß 9 : 6 : 18 ist. Da nun von genauen Messungen wohl kaum die Rede sein kann bei der Unvollkommenheit der Krystalle, so darf man diese Verwandtschaft nicht aus den Augen lassen, Petersen Jahrb. 1870. 459.

Feuerblende vom Churprinz bei Freiberg und Andreasberg kommt in hyacinthrothen Krystallen mit Perlmutterglanz auf dem deutlich blättrigen Bruch vor. Die Tafeln haben ihrer Form nach Aehnlichkeit mit Strahlzeolith (Römer, Jahrb. 1848. 312) 62,3 Ag nebst Antimon und Schwefel. Zippe beschreibt vom Geistergang an der Eliaszeche zu Joachimsthal kleine tafelförmige schwärzlichbraune Krystalle mit oraniengelbem Strich, Rittingerit (Sitzungsber. Kais. Akad. Wiss. IX. 345), die zwar keinen blättrigen Bruch haben, aber sonst sehr nahe zu stehen scheinen. Beide sind 2 + 1gliedrig.

Miargyrit H. Rose (Pogg. Ann. 15. 469) $\dot{A}g\,\ddot{S}b$ von der Grube Neue Hoffnung Gottes bei Bräunsdorf (*μείων* weniger, *ἄργυρος* Silber), von Mohs (Grundriß Min. II. 606) zuerst als hemiprismatische Rubinblende erkannt. Gleicht einem dunkeln Rothgiltigerz, ist aber 2 + 1gliedrig (Naumann Pogg. Ann. 17. 142). Die seltenen und complicirten Krystalle beschreibt Mohs als geschobene Säulen 86° 4′ mit einer Schiefendfläche b, 78° 54′ gegen Axe c geneigt, und einer hintern dreifach schärfern t = a′ : 3c : ∞b 47° 26′ gegen die Axe. Aehnlich dem Eisenvitriol. Naumann gibt dagegen andere Winkel an, ausgehend von a = c : ∞a : ∞b mit b = a : ∞b : ∞c vorn 98° 24′ machend; d = a : b : c in der Mediankante d/d = 96° 17′, welcher Winkel durch n = a : c : ∞b gerade abgestumpft wird; m = 3a : c : ∞b findet hinten die Gegenfläche o = 3a′ : c : ∞b, in deren Diagonalzone p = 3a′ : c : 6b und g = 3a′ : c : 3b fällt. Die Augitpaare f = $\frac{2}{3}$a : b : c, s = $\frac{3}{2}$a : b : c und c = b : c : ∞a fallen sämmtlich in die Zone b/d, und dieser Zone folgt auf den Flächen b f d „eine sehr ausgezeichnete und constante Streifung, während m, n und besonders o eine horizontale Streifung parallel der Axe b haben. Ungewiß ist e = c : 4b : 5a′ und r = c : $\frac{1}{x}$a : $\frac{3}{2}$b. Oft werden die Krystalle durch Ausdehnung von a tafelartig, b und m sind unvollkommen blättrig.



Eisenschwarz und halbmetallischen Glanz, aber dunkel kirschrothen

Strich, wodurch es sich eng an das Rothgiltigerz anschließt. Härte 2—3, milde, Gew. 5,3. $Ag\ S\ Sb\ S^3$ mit 36,4 Ag, 1 Cu, 0,6 Fe, 39,1 Sb, 21,9 S. Sehr selten.

Weißgiltigerz $(\dot{Pb}, \dot{Ag}, \dot{Zn}, \dot{Fe})^4\ \ddot{Sb}$ (Leukargyrit) ist auf den Freiberger Gruben Himmelsfürst und Hoffnung Gottes ꝛc. ein altberühmtes Silbererz, das nur mit Bleiglanz vorkommt, aber sehr feinkörnig und dicht dem Bleischweif ähnlich sieht. G. Rose erwähnt unvollkommene Oblongoktaeder von 100° und 130° in den Seitenwinkeln. Licht bleigrau, milde, glänzender Strich. Gew. 5,4. Man unterscheidet ein lichtes und ein dunkeles, im erstern fand Klaproth 20,4 Ag, im letztern 9,25 Ag. Rammelsberg hat im lichten von der Grube Hoffnung Gottes nur 5,8 Ag, 38,4 Pb, 6,8 Zn, 3,8 Fe, 22,4 Sb, 22,5 S gefunden. Man hüte sich, es mit krystallisirtem Grau- und Weißgiltigerz zu verwechseln, was zu den ächten Fahlerzen gehört. Der seltene

Sternbergit $\dot{Ag}\ \dot{Fe}^2\ \dddot{Fe}$ (Haid. Pogg. Ann. 11. 483) von Joachimsthal bricht in dünnen gemein biegsamen tombakbraunen blättrigen Tafeln, die dem 2gliedrigen System angehören. Der blättrige Bruch c = c : ∞a : ∞b herrscht, Oktaeder f = a : b : c hat 118° in der vordern Endkante. Die Säule a : b : ∞c kommt nicht vor, sie würde 119° 30′ messen, aber die Zwillinge haben diese Säulen gemein und liegen umgekehrt. Gew. 4,2, Härte 1—2. Auf Kohle schmilzt er zu einer mit Silber bedeckten magnetischen Kugel, nach Zippe (Pogg. Ann. 27. 690) enthält er 33,2 Silber, 36 Eisen, 30 Schwefel.

Silberkies (Argentopyrit Jahrb. 1866. 725) $\dot{Ag}\ \dddot{Fe}^3$ kommt bei Joachimsthal mit Proustit verwachsen vor, bleigrau, Gew. 6,5, Härte 3—4, enthält 26,5 Silber. Sartorius sahe sie für „klinorhombisch mit hexagonalem Habitus" an. Tschermak hält sie für Afterkrystalle, die meist regulären sechsseitigen Säulen mit stumpfem Dihexaeder gleichen, und schon von Zippe als Pseudomorphosen von Rothgülden und Sprödglaserz beschrieben wurden.

Kupfererze.

Wir dürfen dahin nur diejenigen rechnen, worin Kupfer die Hauptrolle spielt. Denn dieses wichtige Metall kommt außerdem noch untergeordnet in einer Menge geschwefelter Erze vor, und ist dabei so gern in Gesellschaft des Silbers und umgekehrt, daß es nicht möglich ist, zwischen beiden zu trennen, wie Silberkupferglanz und Eukairit ꝛc. beweisen.

1. Kupferkies $\dot{Cu}\ \dddot{Fe}$.

Pyrites aureo colore Geelkis oder kupferkis Agricola 706. Es ist eines der gemeinsten Erze, das daher auch den Alten nicht entgehen konnte. Plinius 36. 30 begreift ihn mit unter Pyrites: sed est alius

etiamnum pyrites, similitudine aeris . . . colore . . . aureo. Während die Kupfererze überhaupt den griechischen Namen χαλκῖτις hatten, Plin. 34. 29: Chalcitin vocant lapidem, ex quo ipsum aes (Kupfer) coquitur. Mine de cuivre jaune de l'Isle III. 309, Hauy's Cuivre pyriteux, Copper Pyrites. Chalkopyrit, Towanit. Gelb Kupfererz Wallerius. Sadebeck (Ztschr. d. geol. Ges. 1868. XX. 595).

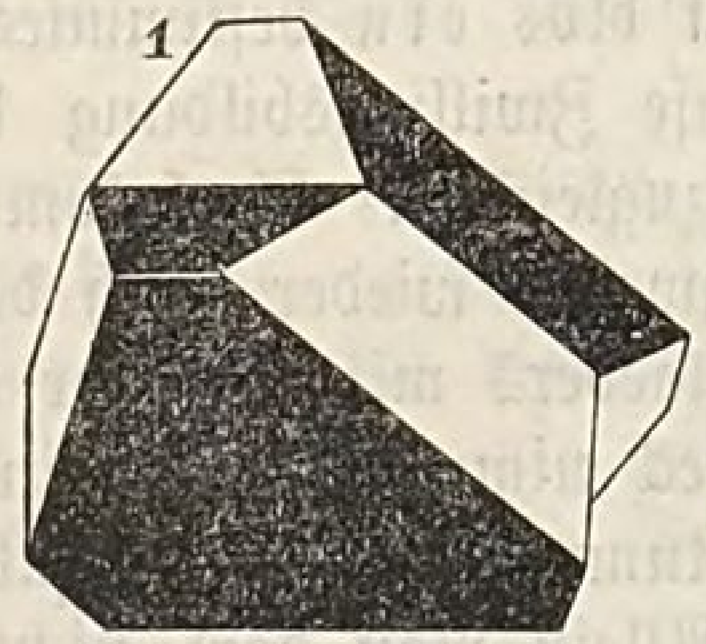
Viergliedrig mit einer Hinneigung zum Tetraedrischen, doch stehen die Winkel dem regulären System so nahe, daß es Hauy für regulär nahm. Erst Haidinger fand den Endkantenwinkel mit dem Reflexionsgoniometer 109° 53', also 25' größer als beim regulären Oktaeder, woraus für c = 1 die Seitenaxe

$$a = \sqrt{1,0308} = 1,015, \; \lg a = 0,00659,$$

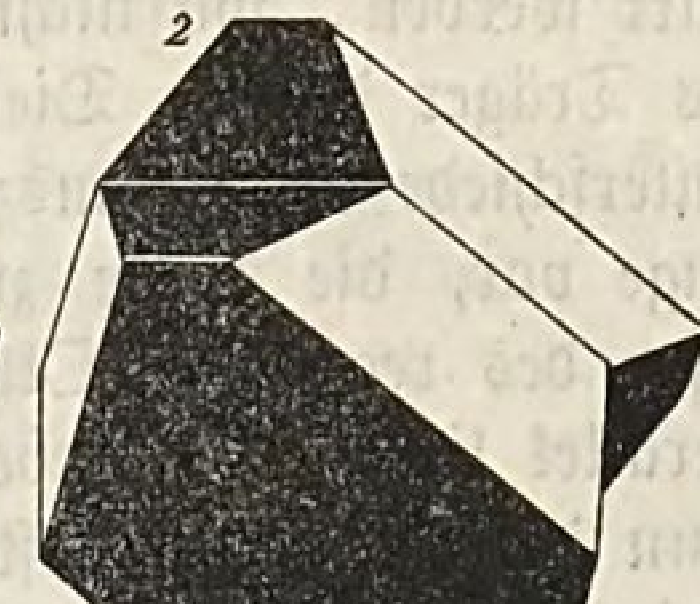
und der Seitenkantenwinkel 108° 40' folgt, was auf ein etwas stumpferes Oktaeder hinweist. Von den 8 Flächen dehnen sich vier gewöhnlich zu einem Tetraeder aus, sie pflegen matt und durch Streifung entstellt zu sein, während das die Ecken abstumpfende Gegentetraeder stark glänzt. Auch wenn die Flächen beider Tetraeder ins Gleichgewicht treten, kann man die physikalischen Unterschiede oft noch gut erkennen. Daß sie viergliedrig sind, sieht man häufig an der Abstumpfung der horizontalen Endkanten des Tetraeders von 71° 20', während die Seitenkanten von 70° 7' nicht abgestumpft erscheinen, wie z. B. auf Friedrich Christian im Schappacher Thal auf dem Schwarzwalde. Gewöhnlich erscheinen diese differentflächigen Oktaeder als

Zwillinge: dieselben haben eine Tetraederfläche gemein und liegen umgekehrt, oft mit vielen Wiederholungen. Sie sind zwar ganz denen des regulären Systems analog, aber da wir es mit matten Tetraedern und glatten Gegentetraedern zu thun haben, so kann man zwei Fälle unterscheiden, wie die Figuren zeigen:

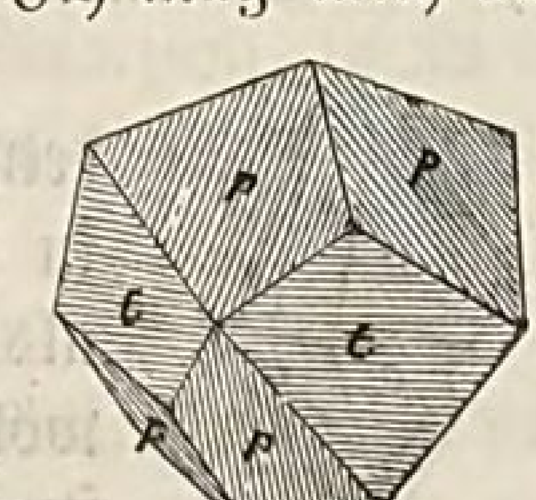
1



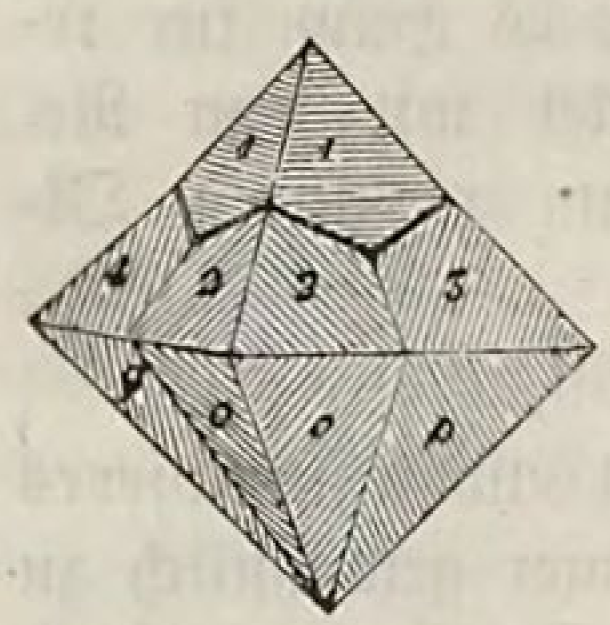
2

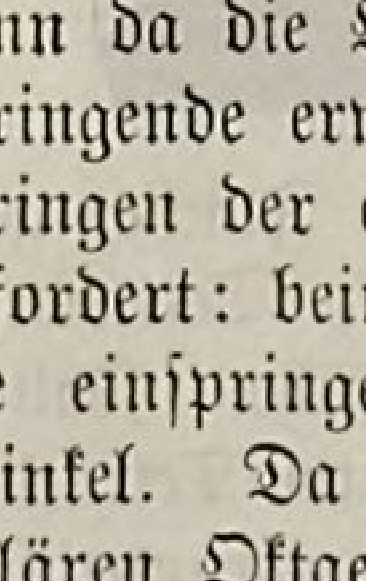


Fall 1 hat ungleiche Flächen gemein, es liegen dann in dem einspringenden Winkel ungleiche Tetraederflächen sich gegenüber. Nach Sadebeck ist das das Gewöhnliche. Fall 2 hat dagegen gleiche Flächen gemein, die nun entweder zum Tetraeder oder Gegentetraeder gehören könnten, dann liegen am Zwillingsrande sich gleiche Flächen gegenüber, so meinte ich es an Krystallen von Friedrich Christian zu sehen, wo ganze Reihen parallel liegen. Ich mag mich aber wohl getäuscht haben. Nach dem Sadebeck'schen Gesetz würden sich also Bild und Spiegelbild aneinander lagern. Die Täuschung geht noch weiter: bei Rodna kommen mit der dortigen schwarzen Blende die ausgezeichnetsten Deltoiddodekaeder vor, sie sind parallel ihrer unsymmetrischen Diagonale gestreift, und ein



physikalischer Unterschied ist nicht wahrzunehmen. Solche dreifache Streifung findet sich häufig auf den matten (nie auf den glänzenden) Tetraederflächen, wie z. B. zu Nanzenbach im Dillenburgischen, wodurch die Krystalle sehr entstellt werden. Trotzdem können nur die t = a : a : 2c ein viergliedriges Tetraeder, die p = a : c : 2a dagegen ein gebrochenes Tetraeder pag. 85 bilden. Dafür spricht auch eine zweite sehr gewöhnliche Art Zwillinge, die das nächste stumpfere Oktaeder b = a : c : ∞a gemein haben und umgekehrt liegen. Einmal sind die Oktaederflächen hier nur parallel den Seitenkanten gestreift, was die Zwillingsgrenzen sehr deutlich hervortreten läßt, sodann aber kommen zwischen den Zwillingsindividuen 1 und 2 einspringende Winkel von 178° 34′ vor. Wären die Krystalle regulär, so müßten bei einer solchen Aneinanderlagerung die Flächen 1 und 2 in ein Niveau fallen, es könnte kein Zwilling entstehen. Gewöhnlich wiederholt sich das Gesetz. Analog dem Scharfmangan pag. 773 würden 5 Individuen (nicht sechs) den Kreis schließen: es könnten dann nur auf der Oberhälfte die Oktaederflächen trapezartig geknickt sein, wie in beistehender Figur, während unten die Flächen o mit p und o mit q in Folge der Zwillingslage in ein Niveau fallen müßten. So ist es nun aber in der Regel nicht, sondern es zeigen sich überall Knicke, wo sich Flächen von Zwillingsindividuen berühren, wie man das so schön bei den Krystallen von Neudorf am Unterharze sieht. Es muß die Sache durch unregelmäßige Anhäufung der Individuen erklärt werden, wo nicht blos ein bestimmtes, wie beim Scharfmangan, als Träger dient. Diese Zwillingsbildung bekundet das Bestreben, die Unterschiede wieder auszugleichen. Auch kommen bei Neudorf solche Fünflinge vor, die zu je zweien wieder nach dem gewöhnlichen Zwillingsgesetz des regulären Oktaeders mit einander verwachsen, und keineswegs parallel liegen. Sadebeck nimmt an den einspringenden Winkeln Anstoß, denn da die Oktaeder stumpfer als das reguläre sind, so sollte man ausspringende erwarten. Allein man darf nicht vergessen, daß das Ausspringen der einen Seite des Zwillings ein Einspringen auf der andern erfordert: beim Scharfmangan liegen zwischen den Endecken des Oktaeders die einspringenden, und zwischen den Seitenecken die ausspringenden Winkel. Da nun wegen der Aehnlichkeit des Kupferkiesoktaeders mit regulären Oktaedern man Seiten- und Endecken im Hinblick auf die rohe Ausbildung nur schwer unterscheidet, so könnten uns die Zwillingsstücke leicht die Seitenecken und daher den einspringenden Winkel zukehren.





Aus Cornwallis beschreibt Phillips gar häufig das (etwas blättrige) Oktaeder c = a : 2c : ∞a mit 101° 49′ in den Endkanten, von welchem daher auch die Engländer als Grundform ausgehen, deren Endkanten dann das gewöhnliche Oktaeder o und o′ = a : a : c gerade abstumpft. Kommt dazu die quadratische Säule m = a : a : ∞c

und die Geradendfläche, so ist der Typus durchaus viergliedrig. Mohs führt auch wohl ein drittes gar nicht seltenes Zwillingsgesetz auf, wornach die Individuen die Endkante des Oktaeders c gemein haben und umgekehrt liegen. Da jedoch die Fläche, welche die Endkanten dieses Oktaeders abstumpft, dem Oktaeder $o = a : a : c$ angehört, so fällt dieß vermeintliche Gesetz mit dem ersten zusammen. Dagegen soll nach Naumann eines vorkommen, wornach die Individuen $n = a : a : \frac{1}{2}c$ gemein haben und umgekehrt liegen.

Complicirte oktaedrische Krystalle bildet Haidinger (Pogg. Ann. 5. 177) von oktaedrischem aber viergliedrigem Typus, Phillips (Miner. 3. edit. 1823 pag. 303) von tetraedrischem Typus ab. Diese tetraedrische Form greift so durch, daß nach Naumann auf der Grube Kurprinz bei Freiberg zwei Tetraeder o und o' sich wie beim Fahlerz mit ihren Kanten rechtwinklig kreuzen.

Weiß beschrieb den Kupferkies in seinen Vorlesungen regulär, und nahm mit als Beweis den merkwürdigen Kupferkiesüberzug, der sich auf dem tetraedrischen Fahlerz des Rosenhöfer Quarzzuges bei Clausthal, und ausgezeichnet bunt angelaufen zu Liscard in Cornwall findet, es erscheint dort wie ein Fortwachsen. Nun ist freilich unter dem Kupferkies das Fahlerz gewöhnlich zersetzt, so daß die Kieskruste leicht abspringt, und man versucht wird, dieselbe als ein Verwitterungsproduct des Fahlerzes anzusehen, doch zeigte Osann (Leonhard's Jahrb. 1853. 180), daß sich die Kruste zuweilen auch dort auf Bleiglanz und Blende finde, auf denen nie Fahlerz angetroffen würde. Auch zu Laasphe pag. 848 sind die Kupferkieshüllen auf Blende gar zu schön. Man betrachtet sie als Folge electrolytischer Prozesse.

Messinggelb (hat einen Stich ins Grün, besonders gegen Schwefelkies gehalten), starker Metallglanz, grünlich schwarzer Strich. Läuft häufig pfauenschweifig, taubenhälsig bis blaulich schwarz an. Mangel an blättrigem Bruch. Härte 3—4, ein wenig milde, gibt daher mit dem Stahle keine Funken, was ihn leicht vom Schwefelkies unterscheidet. Gew. 4,2.

Vor dem Löthrohr decrepitirt es; große Stücke laufen schnell roth an (es bildet sich Ziegelerz), und brennen wie Schwefelkies fort. Kleine Proben schmezen leicht zu einer magnetischen dunkelfarbigen Kugel, die Blasen wirft und endlich rauhe Schlacke wird, die mit Soda behandelt Kupfer gibt, da sich Eisen und Kupfer gesondert reduciren. Soll der Prozeß vollständig gelingen, so muß man gut abschwefeln. Zu rohen Versuchen ist das aber nicht einmal nothwendig, man nimmt da gleich die magnetische Schlacke. Am empfindlichsten ist die Reaction, wenn man die rohe Probe in Salzsäure getaucht ins Feuer bringt, wodurch die Flamme vorübergehend schön blau wird.

$$\overset{\prime}{Cu}\overset{\prime}{Fe} = \overset{\prime}{\overline{Cu}}\overset{\prime\prime\prime}{\overline{Fe}} \text{ mit } 34{,}8\ Cu,\ 35{,}4\ S,\ 29{,}8\ Fe.$$

Beim Glühen im Kohlentiegel gibt er den vierten Theil (9 p. C.) seines Schwefels ab. Man zieht die zweite Formel der ersten vor, weil Cu S

eine schwache, $Cu^2 S$ dagegen eine starke Basis ist. Kersten (Pogg. Ann. 46. 279) fand im Kupferkies, der in das Selenblei von der Grube Emanuel pag. 845 eingesprengt war, ebenfalls einen nicht unbeträchtlichen Selengehalt. Beim Rösten der Kupfererze entstehen zuweilen künstliche Krystalle (Leonhard's Jahrb. 1853. 177).

Kupferkies ist das gewöhnlichste Erz auf Erzgängen und Erzlagern, in Verbindung mit Schwefelkies, Bleiglanz, Blende, Fahlerz. Die salinischen Kupfererze sind häufig erst aus ihm entstanden. Er bildet daher einen wichtigen Gegenstand des Bergbaues. Oft brechen große Massen, wie im Uebergangsgebirge von Nanzenbach bei Dillenburg, im Gneise des Schwarzwaldes (Grube Herrensegen). Falun, Schemnitz, Goslar, Mansfelder Kupferschiefer. Selbst am Cap (Knop, Jahrb. 1861. 513) gleichen die Kupfererzlagerstätten den unsrigen. Freilich gewöhnlich sehr verunreinigt. Wenn die Verunreinigung durch Schwefelkies kommt, so ist sie äußerlich wenig erkennbar, allein sie verräth sich nicht selten durch den auskrystallisirten Schwefelkies und durch die grauere Farbe. Je grüner desto kupferreicher. Zu Redruth enthält er oft nur 3 Cu, allein man gewinnt jetzt in den Cornischen Gruben allein jährlich an 160,000 Tonnen, die 12,000 Metall liefern; 1870 gaben 124 Gruben 106,698 Tonnen mit 7175 Kupfer, also nicht ganz $\frac{1}{15}$. Kaum hatten 1861 die Amerikaner den Reichthum an Kupferkies entdeckt, so entstand gleich die Stadt Copperopolis, die 1865 schon 16,000 Tonnen auf den Markt warf. Noch bedeutender durch seine edlen Erträge ist der **Goldkupferkies** (Hayden, Ann. Rep. of the United States 1873. 357) in den verschiedenen Gruben von Colorado »mostly occurring compact, and frequently very intimately intermixed with pyrite«. Wahrhaft großartig sind die Werke von Tharsis pag. 822, aber noch stärker durch Schwefelkies verunreinigt. Bei Massamaritima in Toscana liegt Grube an Grube, wo schon die alten Etrusker zur Zeit der Pfahlbauten ihr Kupfer gewannen; am Monte Valerio bezeichnet sie das Volk noch mit dem Namen Cento Camerelle (Hundert Kammern), Bauten die mit den Katakomben den Vergleich aushalten, Bulletin Soc. géol. France 1876. 3. sér. IV. 154.

Krystalle finden sich zwar in Drusenräumen des derben (Nanzenbach), am schönsten aber angeflogen auf Quarz, Flußspath, Braunspath, Schwerspath 2c. Derb aber von krystallinischem Gefüge kommt er rein in vielen centnerschweren Stücken vor, Glanz und kleinmuscheliger Bruch deuten den Grad der Reinheit an. Dichte Massen sind matter und haben einen ebenen Bruch, wie im Rammelsberge bei Goslar, zu Neusohl in Ungarn 2c. Selten nierenförmig und kleintraubig, Breithaupt's Nierenkies von Freiberg und Cornwallis, mit nur 3,9 Gew.

Weißkupfererz nannte Werner ein derbes Vorkommen, was ehemals auf Lorenz Gegentrum zu Halsbrücke bei Freiberg brach, blaß messinggelb und wenig glänzend scheint es zwischen Kupfer- und Schwefelkies zu liegen $R^2 S^3$ (Jahrb. 1873. 786), mit 10,7 Cu, 40,5 Fe, 2,6 Co.

Plattner gab neben Schwefeleisen bei einem Chilenischen 12,9 Cu an. Vergleiche auch Kyrosit pag. 821.

Cuban Breithaupt (Pogg. Ann. 59. 325) von Bacaranao auf Cuba. Derb und ziemlich deutlich würfelig blättrig. Blaß messinggelb, wie Weißkupfererz. Gew. 4. Die Analyse von Scheidhauer gab 22,9 Cu, 42,5 Fe, 34,8 S, also

$\dot{C}u\,\dot{F}e^2 = \dot{Ȼ}u\,\dddot{F}e + 2\,\dot{F}e$ = 1 Kupferkies = 2 Magnetkies.

Würde Fe S das Ȼu S vertreten, so könnte man die Formel auch als ein eisenreiches Buntkupfererz deuten, wofür der würfelig blättrige Bruch des regulären Systems sprechen würde.

2. Buntkupfererz $\dot{Ȼ}u^3\,\dddot{F}e$.

Buntkupferkies, Bornit, Cuivre hépatique de l'Isle, Purple copper.

Regulär, aber gute Krystalle selten. Zu Redruth, wo es die Bergleute Horse-flesh ore (Pferdefleischerz) nennen, bauchige Würfel zuweilen mit abgestumpften Ecken und Kanten, auch Zwillinge. Tombakbraun, aber nur auf ganz frischem Bruch, schon nach wenigen Tagen läuft es blauroth an, woran nach Hausmann die Feuchtigkeit der Luft schuld sein soll, nach Böcking die große Oxydirbarkeit des Eisen-Sesquisulfurets. Ziehen sich die Farben ins lebhafte Blau und Grün, so werden sie taubenhälsig, aber stets viel dunkeler als beim Kupferkies. Schwarzer Strich und schwacher Metallglanz. Härte 3, milde, Gew. 5.

Vor dem Löthrohr schmilzt es nicht ganz so leicht als Kupferkies, enthält aber mehr Kupfer. Nach Berzelius ist es $\dot{Ȼ}u^2\,\dot{F}e$. Allein da es in einem Strome von Wasserstoffgas geglüht Schwefel abgibt, so muß eine höhere Schwefelungsstufe als Ȼu S oder Fe S darin sein, deßhalb schlug Plattner (Pogg. Ann. 47. 360) obige Formel vor, seine Analyse gab 56,7 Cu, 14,8 Fe, 28,2 S, es waren Krystalle von der Condurra Grube bei Camborne in Cornwallis. Andere Analysen weichen davon zwar ab, allein da das derbe häufig gemischt mit Kupferglas vorkommt, so ist die Sache daraus wohl sehr natürlich erklärt.

Seltener als Kupferkies: Freiberg, Donatska im Banat, Cornwallis, Schnüre im Zechstein von Mansfeld, Mürtschenalp in Glarus, Toskana, Chili. Barnhardtit von Nordcarolina hat ähnliche Farbe, aber nach der Zusammensetzung $Ȼu^2 S^2\,Fe\,S^3$ scheint er zwischen Kupferkies und Buntkupfererz mitten innen zu stehen. Der Julianit (Jahrb. 1872. 219) von Rudolstadt in Schlesien hat statt Eisen Arsenik $\dot{Ȼ}u^3\,\dddot{A}s$, ist röthlich bleigrau, sonst aber isomorph.

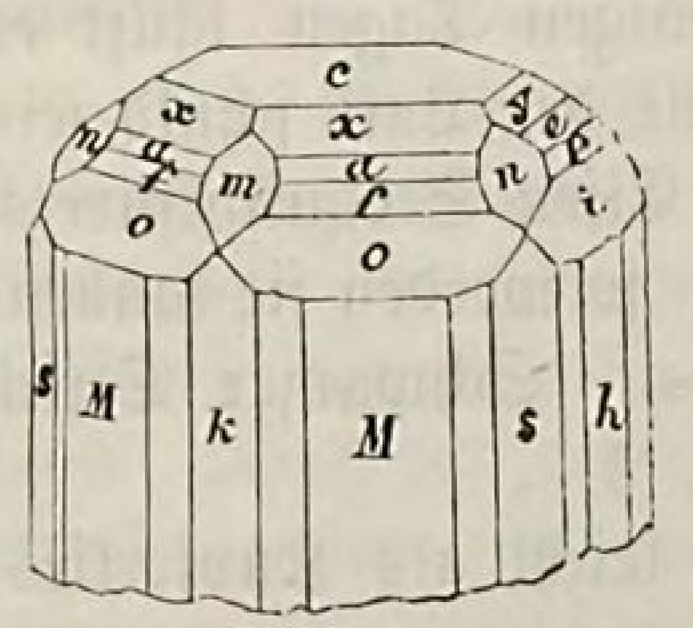
3. Kupferglas $\dot{Ȼ}u$.

Aes rude plumbei coloris Kupferglasertz Agricola 702, Cuprum vitreum, Kupferglanzerz Klaproth Beitr. II. 276, Cuivre sulfuré, Sulphuret of Copper. Redruthit, Chalcocit.

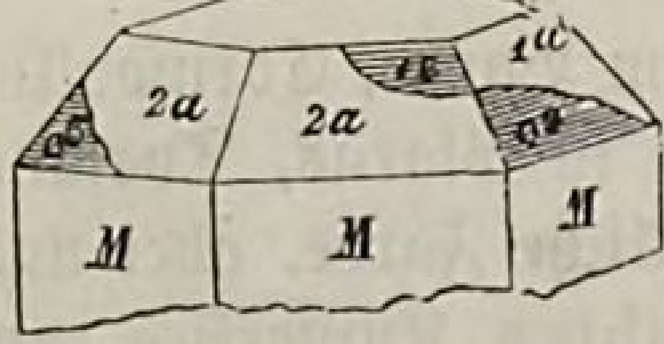
Zweigliedrig mit dihexaedrischem Typus, auf den Kupfergruben in Cornwallis häufig krystallisirt, in Deutschland nicht. Säule M = a : b : ∞c 119° 35′ nach Mohs ist höchst unvollkommen blättrig, tritt dazu nun h = b : ∞a : ∞c und die Geradendfläche c = c : ∞a : ∞b, so entstehen scheinbar reguläre sechsseitige Säulen, die auch lange dafür genommen wurden und noch werden. Die Säulen sind gewöhnlich tafelartig, und an ihren sämmtlichen Endkanten durch das Oktaeder a = a : b : $\frac{1}{3}$c, und das Paar e = $\frac{2}{3}$c : b : ∞a dihexaedrisch abgestumpft. Würde man wie Phillips und Dufrénoy, M/M = 120° setzen, so gäben a und e flache Dihexaeder von 148° 20′ in den Endkanten. Nach Phillips wiederholen sich vier solcher dihexaedrischen Endigungen über einander. Mohs geht von dem untern o = a : b : c mit 126° 53′ in der vordern Endkante und i = 2c : b : ∞a mit 63° 48′ in c, die beide zusammen ein scheinbares Dihexaeder machen, aus, daraus folgen die Axen:

$$a : b = \sqrt{0,3572} : \sqrt{1,0539},\ lga = 9,77647,\ lgb = 0,01139.$$

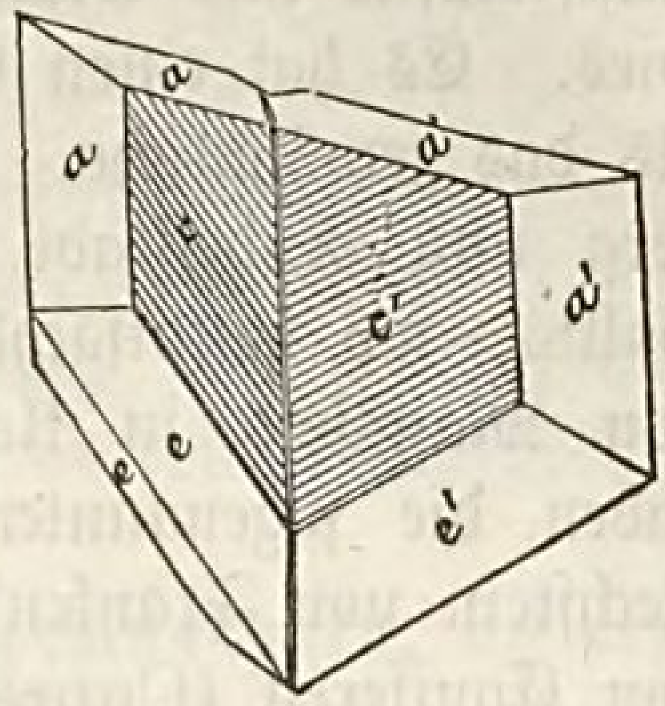
Zwischen a und o liegt noch f = a : b : $\frac{1}{2}$c (91° 51′ Seitenkante) und zwischen i und e das Paar P = b : c : ∞a (91° 30′ in c), die zusammen wieder ein Dihexaeder machen. Da nun k = a : ∞b : ∞c mit der Säule s = a : $\frac{1}{3}$b : ∞c wieder eine zweite sechsseitige Säule zu bilden scheinen, so wird man allerdings unwillkührlich an 6gliedrige Formen erinnert. Phillips gibt sogar noch ein Dihexaeder x = a : b : $\frac{1}{4}$c mit y = b : $\frac{1}{2}$c : ∞a, ferner ein Dihexaeder 2ter Ordnung m = a : $\frac{1}{2}$c : ∞b die Kante f/f und n = a : $\frac{1}{3}$b : $\frac{1}{4}$c die Kante P/f gerade abstumpfend. Endlich sogar eine 6 + 6kantige Säule zwischen M/k, M/s und h/s, die aber nach den Winkelangaben keinen ganz einfachen Ausdruck hat. Dennoch ist das Mineral zweigliedrig, das beweisen hauptsächlich die



Drillinge; dieselben haben die Säulenfläche M gemein und liegen umgekehrt. Da der Säulenwinkel fast genau 120° beträgt, so füllen drei gerade den Raum um einen Punkt aus, und da ferner die Zwillingsgrenzen sich zu verwischen pflegen, so hält man sie beim ersten Anblick für einfache Krystalle. Zu Redruth kommt häufig die Combination M h a e vor: im Drilling spiegelt nun e des einen mit einer a des andern und sofort. Es ist aber e horizontal der Axe a etwas gestreift, und diese Streifen kommen nur stückweise auf den Oktaederflächen vor, in neben bezeichneter Weise. Noch auffallender ist die



2te Art von Zwillingen, welche man ebenfalls häufig in Cornwallis findet. Hier kreuzen sich die Zwillingstafeln ungefähr rechtwinklig, und da es gewöhnlich dihexaedrische Tafeln mit a e c sind, in welchen die Zwillingskante deutlich einer Seitenkante des Dihexaeders parallel geht, so haben sie entweder die Fläche f oder P gemein. Ist



das Mineral 2gliedrig, so sollten die Zwillingsindividuen allen Analogien nach P = b : c : ∞a gemein haben und umgekehrt liegen, sie müßten sich dann unter 91° 30′ und 88° 30′ kreuzen. Dagegen behauptet Mohs ausdrücklich, daß sie eine der f = a : b : ½c gemein haben, sich folglich unter 91° 51′ und 88° 9′ schneiden, wie in beistehender Figur. Dieß scheint auch (z. B. bei den Exemplaren von St. Just) die Streifung auf c parallel der Axe a zu beweisen. Da nun theoretisch genommen zweigliedrige Oktaeder gar keine symmetrische Lage gegenseitig einnehmen können, wenn sie eine Fläche gemein haben und sich um 180° gegen einander verdrehen sollten, wohl aber bei Dihexaedern, so könnte dieses Ungewöhnliche in dem Dihexaederartigen möglicher Weise seinen Grund finden.

Kupfersulfür bildet sich beim Erhitzen aus Kupfer und Schwefel unter lebhaftem Erglühen, es wird im Großen zur Fabrication des Kupfervitriols dargestellt. Man erhält es dabei häufig in Krystallen (Oktaedern), die aber auffallender Weise dem regulären Systeme angehören. Selbst das natürliche Kupferglas schießt geschmolzen in regulären Oktaedern an! Diese Oktaeder $\mathrm{\underline{C}u}$ S würden also isomorph mit denen des Glaserzes Ag S sein, während umgekehrt das Glaserz erst neuerlich zweigliedrig (Akanthit) gefunden wurde, und im 2gliedrigen Silberkupferglanz das Kupfersulfür vertritt. Uebrigens hat Durocher durch Einwirkung von Kupferchlorid auf Schwefelwasserstoff auch sechsseitige Tafeln bekommen. Auf der Ockerhütte bei Goslar bilden sich auf der Sohle des Flammenofens auch äußerst schöne Tetraeder. In einem Römerbade bei Plombières hatten sie sich an einem bronzenen Hahn erzeugt, ja selbst auf alten Büchern kommen von den messingenen Spangen Dendriten von Schwefelkupfer vor, Jahrb. 1866. 227.

Schwärzlich bleigrau, Fahlerzartig, aber milde, geringer Metallglanz, schwarzer Strich. Härte 2—3, Gewicht geht in reinen Abänderungen bis auf 5,8. Allein es verunreinigt sich mit dem leichtern Kupferkies und Buntkupfererz in den verschiedensten Mengen. So kommt auf den Gruben von Cornwall ein »Variegated Vitreous Copper« von der Farbe des angelaufenen Stahles vor, was als ein inniges Gemisch von Kupferkies und Kupferglas angesehen wird, deren Theile man dazwischen oft noch gut erkennt.

Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht ohne Rauch und Beschlag unter starkem Kochen, und gibt nach längerem Blasen auf Kohle für sich ein Kupferkorn. Das Fahlerz dagegen raucht, und gibt für sich kein Kupferkorn, auch färbt es in Salzsäure getaucht die Flamme nicht so schön blau als das Kupferglas. $\mathrm{\underline{C}u}$ S mit 79,7 Cu, 20,3 S, etwas Silber, Eisen ꝛc.

Meist derb mit andern Kupfererzen. Bekannt ist das von den Gumeschewskischen Gruben an der Turga, auf den Ablösungsflächen mit

Kupferlasur und Malachit überzogen, worin Klaproth 78,5 Kupfer nachwies. Es hat einen vollkommen muscheligen Bruch, und glänzt stärker als das gewöhnliche. Im Banat bei Moldawa und Donatska, zu Kupferberg und Rudelstadt in Schlesien. Besonders ausgezeichnet in Cornwallis, wo hauptsächlich die Krystalle gefunden werden. Im Zechstein von Mansfeld in kleinen Partieen eingesprengt. Einen gewissen Ruf haben die sogenannten „Frankenberger Kornähren", welche früher im Zechstein von Frankenberg in Hessen brachen: kleine Zweige und Zapfen von Coniferen (Cupressites Ullmanni) sind zu Kupferglas vererzt. Auch im Rothliegenden von Böhmen hat es die Eisenbahn bei Liebstadtl aufgeschlossen. Zu Bristol in Connecticut kommt es in großen glänzenden Krystallen vor, die mit Vortheil bergmännisch gewonnen werden.

K u p f e r i n d i g Cu S beschreibt Freiesleben (Geogn. Arbeiten. III. 129) aus einer rückenartigen Flözpartie im Kupferschiefer von Sangerhausen. Es ist eine indigblaue bis schwarze Masse, mit glänzendem blauem Strich, sehr weich, Gew. 3,8. Nach Knop ein Verwitterungsproduct von Kupferglas, aus welchem verdünnte Säuren die Hälfte des Kupfers ausziehen. Zu Leogang in Salzburg bricht er sogar in biegsamen regulären sechsseitigen Tafeln (Breithaupt). Auf Kohle brennt er wie Kupferkies. Der Kupferkies von den Gruben Badenweiler und Herrenseegen auf dem Schwarzwalde zeigt öfter einen blauen Ueberzug, der bei seltenen Stücken tief hineinfrißt. Derselbe soll nach Walchner 32,6 Schwefel, 64,8 Cu, 1 Pb enthalten, das gäbe ungefähr 1 Atom Kupfer auf 1 Atom Schwefel. Wie hier aus Kupferkies, so ist er bei Freudenstadt aus Fahlerz (Jahrb. 1866. 200) entstanden, dessen Tetraeder das schwarzblaue Pulver ausfüllt. In den Celtengräbern am Salzberge bei Hallstadt kommt er auf alten Bronzen vor (Sitzb. Wien. Akad. März 1872). 1826 fand ihn Covelli auch in den Schlacken des Vesuvs (Covellin). C a n t o n i t von der Canton Grube im Staate Georgia enthält ebenfalls 66 Cu und 33 Schwefel, H a r r i s i t von dort wie Kupferglas nur 20 Schwefel, hat aber einen dreifach blättrigen Bruch wie Bleiglanz, aus welchem er entstanden ist (Jahrb. 1862. 602). D i g e n i t €u^2 S + Cu S (Pogg. Ann. 61. 673) von Chili und Sangerhausen scheint nach Plattner eine Verbindung von Kupferglas und Kupferindig zu sein. Derbe schwärzlich bleigraue Massen von 4,6 Gew. und Härte 2—3. Dieselbe Formel hat auch C a r m e n i t (Jahrb. 1865. 320) im Californischen Meerbusen, wo er mit Rothkupfererz, Malachit und Ziegelerz einen 4' mächtigen Gang erfüllt.

Silberkupferglanz Ȧg €u wurde von Bournon zu Schlangenberg am Altai erkannt. Stromeyer wies darin 52,3 Ag, 30,5 Cu und 15,8 S nach. Gew. 6,2. Sonst sieht es dem Kupferglas sehr ähnlich. G. Rose (Pogg. Ann. 28. 427) fand bei Rudelstadt in Schlesien Krystalle, die vollkommen mit Kupferglas stimmen: scheinbare reguläre sechsseitige Säulen mit einem Dihexaeder $x = a : a : \infty a : \frac{1}{4}c$. Dieß war lange der einzige Beweis für den Isodimorphismus des Ag S mit €u S. Umgekehrt ist

Jalpait 3 Ȧg + Ċu von Mexiko nach Breithaupt würflig blättrig; auch Lévy erwähnt von Combarvalla in Peru cubische Silberkupferglanze.

Schon vor dem Löthrohr schwitzen nach Hausmann bei gutem Blasen Silberkörner aus dem Kupfer. Löst man den Regulus in Salpetersäure, so gibt Salzsäure einen starken weißen Niederschlag. In Chili mischt sich nach Domeyko derbes Glaserz und Kupferglas in den verschiedensten Verhältnissen.

Zwei ausgezeichnete wenn auch seltene **Selenverbindungen**, die erstbekannten dieser Art, fand Berzelius auf den Kupfergruben im Serpentin zu Skrikerum in Smaland (Berzelius Afhandl. i Fysik VI. 136):

Selenkupfer (Berzelin, Berzelianit) $Cu^2 Se$ mit 61,5 Se, 38,5 Cu von silberweißer Farbe, weich und geschmeidig, aber nicht krystallisirt. Auch zu Lerbach und Tannenglasbach.

Eukairit (εὔκαιρος zur rechten Zeit) $Cu^2 Se + Ag Se$ mit 26 Se, 38,9 Ag, 23 Cu, also genau die entsprechenden Selenverbindungen von Kupferglas und Silberkupferglanz. Bleigrau, weich. Auch nicht krystallisirt. Berzelius bekam es gerade zu Handen, als er sich mit den Selenverbindungen beschäftigte, woher der Name.

Crookesit (Jahrb. 1869. 235) fand sich in derben Parthien, ebenfalls zu Skrikerum, wo es lange mit Selenkupfer verwechselt wurde. Härte 3, Gew. 6,9, bleigrau, Metallglanz, zerbrechlich. Schmilzt zu grünlichschwarzem Email, und färbt die Flamme intensiv grün. Enthält 17,25 Thallium, 33,3 Se, 45,7 Cu, 3,7 Ag; gibt die Formel $(Cu, Tl, Ag)^2 Se$. Nach Crookes benannt, der 1861 das merkwürdige Thallium im Schlamm der Bleikammern auf der Schwefelsäure-Fabrik von Tilkerode im Unterharz an der grünen Linie im Spectrum erkannte pag. 812. Das bleiartige weiße geschmeidige Metall läuft an der Luft an, kann aber in geschlossenen Gefäßen unter Wasser aufbewahrt werden (Lamy, Ann. Chim. Phys. 1863. LXVII. 385). Die kupferhaltigen Kiese, der Lithionglimmer von Zinnwalde, Schalenblende ꝛc. enthalten es. Dem Glase ertheilt es stärkeres Brechungsvermögen, als Blei. Die intensivgrüne monochromatische Flammenfärbung könnte bei Schiffssignalen die gewöhnlichen Barytlichter verdrängen. Descloizeaux (Ann. Chim. Phys. 1869. XVII) hat die Salze optisch und krystallographisch behandelt.

Kupferkies, Buntkupfererz, Kupferglas

sind die drei wichtigsten Erze für Kupfergewinnung, aber das Metall ist viel schwerer abzuscheiden, als aus den oxydischen Erzen. Zuerst müssen sie gehörig gattirt und mit Quarz gemischt werden, so daß sie etwa 3 bis 10 p. C. Kupfer enthalten. Durch Rösten entfernt man dann einen Theil des Schwefels, und schmilzt in Schachtöfen. Es fließt nun eine Schlacke $\dot{F}e^3 \dddot{S}i^2$ ab, und $\mathrm{Cu}S\ FeS$ (Rohstein) schmelzen abgesondert zusammen. So lange gehöriger Schwefel vorhanden, kann die Schlacke kein Kupfer mitnehmen, weil das Schwefeleisen seinen Schwefel an das Kupferoxydul abgibt, wenn letzteres etwa beim Rösten sich gebildet haben

sollte. Der Rohstein wird wiederholt geröstet, bis zuletzt beim Schmelzen ein Kupferstein mit 96 p. C. Kupfer fällt (Schwarzkupfer). Die Beimengungen von Eisen, Zink, Blei ꝛc. werden beim Schmelzen an der Luft oxydirt, die gereinigte Oberfläche begießt man mit Wasser und hebt die erkaltete Kupferscheibe ab (Rosettenkupfer). Bei dem Prozeß geht natürlich alles Silber in das Kupfer.

Hat das Schwarzkupfer so viel Silber, daß es die Scheidungskosten trägt, so bringt man es auf die Saigerhütte, wo man es mit Blei zusammen schmilzt, was das Silber aufnimmt, und durch Wärme vom schwer schmelzbaren bleihaltigen Kupfer getrennt werden kann. Neuerlich wendete man auch kochende Steinsalzsoole an: dieselbe zieht aus dem gerösteten und gepochten Kupferstein das Silber, was durch Kupferplatten wieder der Lauge entzogen werden kann. Die Gegenwart von Blei und Wismuth erschweren aber die Arbeit. Nach Rivot kann man aus schmelzenden Kupfersilicaten das Kupfer mit Eisenstäben niederschlagen.

Arsenkupfer hat man jetzt eine ganze Reihe nachgewiesen. Rein sind sie weiß und Silberähnlich. So der Domeykit $Cu^3 As$ von Coquimbo und im Thonsteinporphyr von Zwickau mit 71,7 Kupfer. Dort auf der Grube Algodones bricht auch der Algodonit $Cu^6 As$ mit 83,7 Kupfer, und dennoch so weiß, daß man es anfangs für gediegen Silber hielt. Ja der Darwinit (Journ. prakt. Chem. 1861. 84. 58) hat sogar $Cu^9 As$, wie der röthlichweiße Whitneyit von Houghton in Michigan mit 88 Cu und 12 As (Jahrb. 1873. 26 und 64). Condurrit pag. 805 ist sichtlich ein Zersetzungsproduct vielleicht aus Tennantit.

Fahlerze.

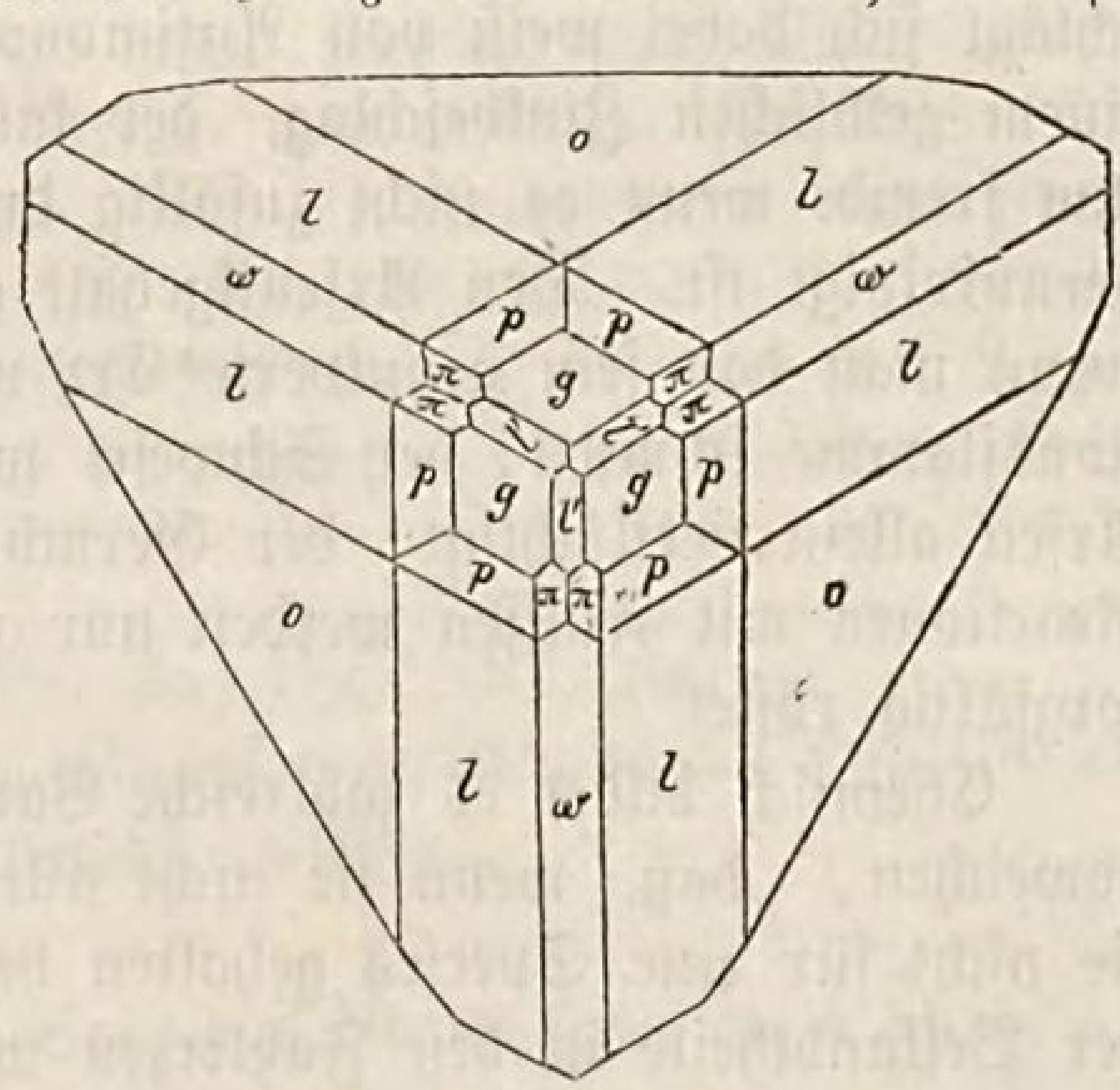
Fahl heißt so viel als Grau. Daher nannte sie Wallerius (Mineralreich 1750. 303) noch Graukupfererze. Unter diesem gemeinsamen Namen werden eine Menge complicirter Verbindungen begriffen, die man nicht gut besser unterbringt. Bergmännisch haben sie ebenfalls wegen des Kupfergehaltes Werth. Doch sind einige darunter noch so durch Silber angereichert, daß sie als Giltigerze cursiren. Es sind verwickelte Schwefelsalze. „Bei der Analyse ist eine der größten Schwierigkeiten die Bestimmung der Menge des Schwefels und des Antimons, wenn in der Verbindung zugleich Silber oder auch Blei enthalten ist. Am vortheilhaftesten ist es, den Schwefel und die Metalle durch Chlorgas in Chlorverbindungen zu verwandeln, und die flüchtigen Chlorverbindungen von den nicht flüchtigen durch Destillation zu trennen“ (Pogg. Ann. 15. 455). Die Zerlegung durch Chlorgas geschieht bei keinem Schwefelmetalle so leicht und in kürzerer Zeit als bei denen, in welchen Schwefelantimon und Schwefelarsenik mit basischen Schwefelmetallen verbunden sind.

1. Fahlerz.

Ein alter bergmännischer Name. Nach Henkel verstand man darunter hauptsächlich die silberreichen, Argentum nigrum cineraceum Gediegen grawertz Agricola 703. Dient hauptsächlich zur Kupfergewinnung, daher Cuivre gris, Grey Copper. Tetraedrit, Fahlit. Sadebeck, Zeitschr. d. geol. Ges. 1872. XXIV. 427.

Das ausgezeichnetste unter den tetraedrischen Krystallsystemen, und da es häufig krystallisirt, so ist es leicht an der Form erkennbar. Tetraeder o = a : a : a herrscht bei weitem vor; eine Streifung parallel den Kanten führt auf das Pyramidentetraeder l = a : a : ½a, bestimmt durch das selten fehlende Granatoeder g = a : a : ∞a, welches vollflächig die Tetraederecken zuschärft. Kante g/l steht senkrecht gegen die Richtung der Tetraederkante. Außer diesen dreierlei Flächen o g l stumpft öfter der Würfel w die Kanten, und das Gegentetraeder o' die Ecken des Tetraeders o ab. Letzteres ist zwar gar nicht gewöhnlich und nur klein, so daß das tetraedrische Aussehen dadurch nicht gestört wird.

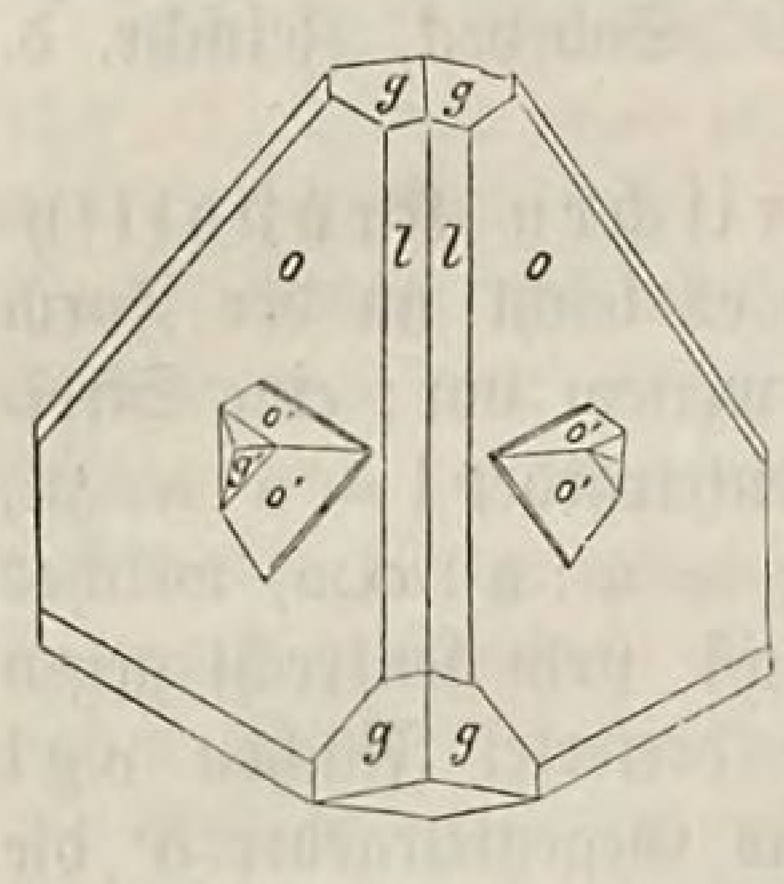
Eine wichtige Rolle spielt auch das Granatoeder, welches sich im Tennantit zur herrschenden Form ausdehnt, daran stumpft dann das Tetraeder o die Hälfte der dreikantigen Ecken gerade ab, und das Pyramidentetraeder l die Hälfte der Kanten. Letztere pflegen oft sehr glänzend und scharf ausgebildet zu sein (Kapnik, Müsen), und bilden dann einen Gegensatz zum mattern Gegenpyramidentetraeder l', welches öfter (Kapnik) untergeordnet die zweite Gegenhälfte der Granatoederkanten abstumpft. G. Rose (Pogg. Ann. 12. 486) machte auf beistehende complicirte Krystalle auf einer Quarzdruse von Obersachsen bei Flanz am Vorder-Rhein aufmerksam. Daran herrscht das Tetraeder o; Pyramidentetraeder l schärft die Kanten o/o zu; Würfelfläche w stumpft die Tetraederkante o/o (respective l/l) gerade ab; drei Granatoederflächen g schärfen die Tetraederecken zu, woran dann das Gegenpyramidentetraeder l'l'l' diejenigen Granatoederkanten abstumpft, welche l noch nicht abgestumpft haben. Zwischen g und l liegt das gebrochene Pyramidentetraeder p = a : ½a : ⅓a, der Hälftflächner vom gewöhnlichen Pyramidengranatoeder.



Kleine Abstumpfungen in dieser Art findet man auch bei Kapnik. Endlich der vollflächige Pyramidenwürfel π = a : ⅓a : ∞a durch die Zonen g/ω und p/p bestimmt. Derselbe kommt zu Gersdorf, bei Dillenburg auf der Grube Aurora, zu Müsen ꝛc. vor. Aeußerst selten eine gerade Abstumpfung der Pyramidenkanten von l, dieselben würden einem Deltoeder a : a : ⅔a angehören

(Naumann). Auch bei Kahl im Spessart kamen früher sehr flächenreiche Krystalle vor, woran Hessenberg Pyramidentetraeder + 559, — 114, und Hexakistetraeder — 5 . 7 . 12 bestimmte. Seltene Pyramidentetraeder 113, 114 und Gegenpyramidentetraeder — 116 ꝛc. kommen vor.

Zwillinge finden sich unter andern sehr schön auf der Grube Aurora bei Dillenburg, es treten daselbst aus den Tetraederflächen Ecken heraus, die ihre Tetraederflächen lagern, wie das Hauptindividuum seine Gegentetraederflächen hat. Wenn die Zwillingsindividuen ins Gleichgewicht treten, so bilden sie die bekannte Form pag. 79, wo sich die Tetraederkanten rechtwinklig kreuzen, und der gemeinsame Kern ein Oktaeder ist. Sadebeck machte außerdem mühsame Zeichnungen, wornach die Zwillingstetraeder eine Fläche gemein haben, und umgekehrt liegen. Auch hier zieht, wie bei der Blende pag. 847, das Haupttetraeder wieder das Gegentetraeder an, so daß beide sich wie Bild und Spiegelbild verhalten.



Stahlgraue bis eisenschwarze Farbe, die Krystallflächen außerordentlich stark glänzend, kleinmuscheliger Bruch. Strich schwarz, häufig auch mit einem mehr oder weniger starken Stich ins Roth. Härte 3—4, mäßig spröde, Gew. 4,5—5,2, daher vom Schwerspath durch nasse Aufbereitung nicht zu trennen, wohl aber durch Erhitzen, wobei der Schwerspath zu Mehl verfällt.

Vor dem Löthrohr raucht es stark und schmilzt leicht zu einer Kugel, die bei Gegenwart von Eisen etwas magnetisch wird. Die Kohle beschlägt sich dabei weiß von Antimonoxyd, nahe an der Probe häufig mit einem gelblichen Zinkbeschlag, der kalt wieder weiß wird. Das Blei ist ihm fremd, wenn es nicht zufällig durch den mitvorkommenden Bleiglanz verunreinigt ist. Den Arsenikgehalt erkennt man am Geruch, besonders wenn man das fein gepulverte Erz mit Soda auf Kohle in der Reductionsflamme schmilzt: der Schwefel wird dadurch zurückgehalten und das Arsen allein verflüchtigt, der Geruch also nicht durch Schwefel verdeckt. Reactionen mit Flüssen werden nur rein, wenn man es vorher gepulvert sorgfältig röstet.

Chemisch bildet es zahlreiche Varietäten, die so merklich von einander abweichen, „daß, wenn sie nicht alle dieselbe Krystallform hätten, man sie nicht für eine Species gehalten haben würde. Denn das Verhältniß der Bestandtheile in den Fahlerzen wechselt dergestalt, daß es nicht zwei Fahlerze von verschiedenen Fundorten gibt, welche ganz dieselbe Zusammensetzung haben." Klaproth (Beiträge IV. 40) gab zuerst eine gründlichere Analyse, wies wenigstens den Mangel des Bleies nach, wodurch es so leicht von Spießglanz-Bleierz chemisch unterschieden werden kann. Durch H. Rose (Pogg. Ann. 15. 570) ist die Formel festgestellt:

$$(\acute{Fe}, \acute{Zn})^4 (\overset{\prime\prime\prime}{Sb}, \overset{\prime\prime\prime}{As}) + 2 (\acute{\text{Ɛu}}, \acute{Ag})^4 (\overset{\prime\prime\prime}{Sb}, \overset{\prime\prime\prime}{As}).$$

Viel Eisen (4 bis 27 Fe) setzt wenig Zink (0 bis 5 Zn), viel Silber (31 bis 0,5 Ag) wenig Kupfer (25 bis 48 Cu), und viel Arsenik (24 As) wenig Antimon voraus. Höchst eigenthümlich ist ein Quecksilbergehalt, der nach Klaproth bei Poratsch in Oberungarn 6,25 p. C. beträgt, Hauer fand sogar bei dem von Gustav-Friderici daselbst 16,7 Hg, Weidenbusch bei dem von Schwaz in Tyrol 15,6 Hg. Solches wird daher auf Quecksilber verhüttet. Es gibt in offener Glasröhre einen Beschlag kleiner Quecksilbertropfen. Sandberger (Jahrb. 1865. 584) wies auf dem Schwarzwalde bei Freudenstadt und in der Schappach 4,5 Bi und 4,2 Co nach.

Seiner Häufigkeit nach gehört Fahlerz zu den gewöhnlichsten Erzen. Sadebeck zeichnete für die guten Krystalle nachstehende Fundorte aus: Kapnik in Siebenbürgen; Baigori in Navarra, wo sogar Kupferkiestetraeder mit Fahlerz sich in Zwillingsstellung finden; Meiseberg bei Harzgerode; Zilla bei Clausthal mit Kupferkies überzogen, wie zu Liskeard in Cornwall; Obersachsen bei Flanz; Aurora bei Dillenburg; Gersdorf und Beschert Glück bei Freiberg; Schönborn bei Mitweida; Mouzaia in Algier; Gottesgabe bei Biedenkopf in Hessendarmstadt; Vorsorge Gottes bei Kamsdorf; Stahlberg bei Müsen; Horhausen bei Neuwied; Schemnitz in Ungarn; Framont in den Vogesen; Falkenstein bei Schwaz in Tyrol. In den Thermen des Buntensandsteins von Bourbonnes-les-Bains (Ht. Marne) haben sich aus Römermünzen Antimonfahlerze in kleinen Krystallen gebildet von Kupferkies überzogen, und dabei noch Buntkupfererz und Kupferglas, Compt. rend. 22ten Febr. 1875. Durch Zersetzung sind ebenfalls, wie aus den geschwefelten Kupfererzen, salinische Kupfererze entstanden, wie z. B. bei Bulach auf dem Schwarzwalde. Nach ihren Sulphobasen unterscheidet man Kupfer- und Silber-, nach den Sulphosäuren aber Antimon-, Arsen- und gemischte Fahlerze. Indeß liegt es in der Natur der Sache, daß die Unterschiede nicht streng festgehalten werden können. Da ferner sämmtliche Basen sich unter einander ersetzen, und das Atomverhältniß von (Fe, Zn) S zum (Ɛu, Ag) S nicht immer in dem Verhältniß von 1 : 2 steht, so hat Frankenheim die einfachere Formel

$$\acute{R}^4 \overset{\prime\prime\prime}{R} = (\acute{\text{Ɛu}}, \acute{Ag}, \acute{Fe}, \acute{Zn}, \acute{Hg})^4 (\overset{\prime\prime\prime}{Sb}, \overset{\prime\prime\prime}{As})$$

in Vorschlag gebracht. Die neuern Chemiker wollten es als Kupferarsenantimonsulfid von 15fachem Wassertypus ansehen:

$$\left.\begin{matrix} 4\,Fe \\ 8\,\text{Ɛu} \\ 6\,Sb\,S \end{matrix}\right\} S_{15} = \left.\begin{matrix} 4\,Fe \\ 8\,\text{Ɛu} \\ 6\,Sb \end{matrix}\right\} S_{21} = 4\,\acute{Fe} + 8\,\acute{\text{Ɛu}} + 3\,\overset{\prime\prime\prime}{Sb}.$$

Die Rechnung kommt im ersten Satze heraus, wenn man Sb S als einwerthiges Radical annimmt; im zweiten muß man dagegen Sb dreiwerthig nehmen, denn die Atomzahl darf nicht alterirt werden. Einfacher wären die Anschauungen dadurch nicht geworden. Man tritt daher allmählig den Rückzug wieder an!

Kupferfahlerze sind bei weitem die gewöhnlichsten, ihr Silbergehalt geht meist unter 1 p. C. hinab, und man kann sie ziemlich gut in drei Unterabtheilungen bringen:

a) Antimonfahlerz, Schwarzerz, $(\dot{\mathrm{Ɛu}}, \dot{\mathrm{Fe}}, \dot{\mathrm{Zn}}, \dot{\mathrm{Hg}})^4 \dddot{\mathrm{Sb}}$. Eisenschwarze Farbe. Nach Kerl enthält die derbe Masse im Rammelsberge bei Goslar gar kein Arsenik, sondern 28,8 Sb, 37,9 Cu, und nur 0,67 Silber. Derbe Stücke von Durango in Mexiko hatten ebenfalls kein Arsenik, und 1,1 Ag. H. Rose analysirte die mit Kupferkies überzogenen pag. 877 von Zilla bei Clausthal, unter der Kupferkiesdecke ist die Krystalloberfläche rauh, unzersetzt hat die Masse einen dunkelrothen Strich, und enthält kein Arsenik, 28,2 Sb, 34,5 Cu, aber schon 5 Ag. Die zu Zwillingen so geneigten prachtvollen Krystalle von der Grube Aurora bei Dillenburg haben bereits 2,3 As, 34,4 Cu und nur 0,8 Ag. Die mit gelber Blende brechenden Siebenbürgischen (Kapnik) Krystalle 2,9 As, 38 Cu, 0,6 Ag. Die Quecksilber-Fahlerze von Toscana (2,7 Hg), Poratsch und Schwaz enthalten ebenfalls kein Arsenik.

b) Mischfahlerz, worin Arsenik wesentlichen Antheil nimmt, ist zwar nicht so gewöhnlich, aber doch von mehreren Orten bekannt. So enthalten die Krystalle von Gersdorf bei Freiberg mit Flußspath brechend nach H. Rose 7,2 As, 16,5 Sb, 38,6 Cu, 2,37 Ag. Ebelmen analysirte ein reines derbes Vorkommen von Mouzaia in Algerien, 4,7 Gew. ohne Silber mit 9,1 As, 14,7 Sb. Auf den verlassenen Gruben von Markirchen in den Vogesen brachen früher Krystalle mit 10,2 As, 12,5 Sb, 0,6 Ag. So daß dieses als Muster dienen kann.

c) Arsenikfahlerz (Tennantit) kommt zu Redruth und St. Day in Cornwallis in kleinen Granatoedern vor, die blos Arsenik und kein Antimon enthalten, schwarzer Strich. Tetraederflächen sind oft kaum daran merklich. Kudernatsch (Pogg. Ann. 38. 397) fand darin 19,1 As, 48,9 Cu, 3,6 Fe. Da die Formel $\dot{\mathrm{Fe}}^4 \dddot{\mathrm{As}} + 2\,\dot{\mathrm{Ɛu}}^4 \dddot{\mathrm{As}}$ nur 43 Cu erfordern würde, so glaubt er einen Theil des Kupfers als Cu S annehmen zu sollen, welches das Fe S ersetzen würde, also $(\dot{\mathrm{Fe}}, \dot{\mathrm{Cu}})^4 \dddot{\mathrm{As}} + 2\,\dot{\mathrm{Ɛu}}^4 \dddot{\mathrm{As}}$. H. Rose war auch bei den andern Fahlerzen schon zu einer ähnlichen Ansicht gekommen. Indeß da Cu S eine ungewöhnliche Basis ist, so bleibt man gegenwärtig bei der einfachern $(\dot{\mathrm{Ɛu}}, \dot{\mathrm{Fe}})^4 \dddot{\mathrm{As}}$ stehen. Breithaupt's

Kupferblende von der Grube Prophet Jonas bei Freiberg mit rothem Strich, 4,2 Gew., enthält nach Plattner (Pogg. Ann. 67. 422) 8,9 Zink, 2,2 Fe, 41,1 Cu, 18,9 As, und nur Spuren von Antimon und Silber, es ist daher ein zinkischer Tennantit.

Silberfahlerz, Polytelit (πολυτελής kostbar), bildet seit alter Zeit einen wichtigen Gegenstand des Bergbaues, Werner begriff es hauptsächlich unter dem Namen Fahlerz. Klaproth (Beiträge I. 181 und IV. 54) nannte das derbe von Kremnitz in Ungarn, wo es fälschlich „Weisgülden" hieß, Graugiltigerz, und rechnete dahin alle Fahlerze, wenn sie auch nur

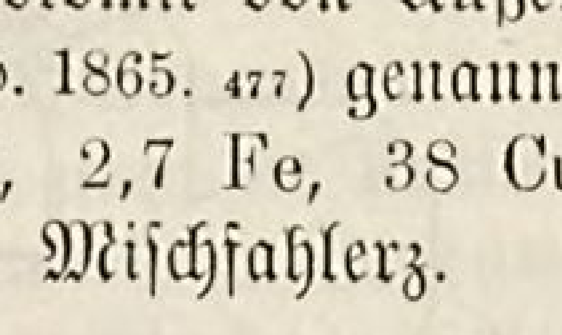
wenig Silber hatten, wie z. B. Kapnik, Poratsch, Annaberg, Zilla. Uebrigens ist es bemerkenswerth, daß bei solchen der Arsenik fast ganz fehlt. Auch variirt der Silbergehalt außerordentlich. So untersuchte Rammelsberg (Pogg. Ann. 77. 247) die schönen Tetraeder vom Meiseberge bei Harzgerode auf dem Unterharze, wo sie öfter mitten im Bleiglanz stecken, sie enthielten 7,3 bis 10,5 p. C. Silber und kein Arsenik. Berühmt waren im vorigen Jahrhundert die Krystalle und derben Massen von der Grube St. Wenzel bei Wolfach auf dem Schwarzwalde, „die etliche und 20 Mark Silber per Centner" gaben. Sie brachen mit Schwerspath im talkigen Gneis. Klaproth fand darin 13,25 Ag, 25,5 Cu, H. Rose sogar 17,7 Ag und 25,2 Cu nebst 26,6 Antimon, aber kein Arsenik. Am silberreichsten sind die Krystalle von der Habacht-Fundgrube bei Freiberg, welche dort unter dem Namen „krystallisirtes Weißgiltigerz" gewonnen werden, allein sie enthalten kein Blei pag. 874, aber 31,3 Ag, 14,8 Cu, 24,6 Sb ꝛc. und kein Arsenik. Grube Juliane bei Goßwitz im Kamsdorfer Revier (Sachsen-Meiningen).

Derbe Fahlerze gibt es noch viele, wo jede Analyse etwas andere Stoffe findet: bei Neubulach auf dem nördlichen Schwarzwalde enthielt das Wismuthfahlerz 6,3 Bi, 41,4 Cu, 3,8 Zn, 1,5 Pb ꝛc., bei Cremenz im Einfischthale (Canton Wallis) sogar 13 Bi, 1,2 Co, 37 Cu ꝛc. (Jahrb. 1870. 464 und 590). Die schalig blättrigen im Dolomit von Außerberg in Oberwallis, von Fellenberg Studerit (Jahrb. 1865. 477) genannt, haben nur Spuren von Wismuth, dagegen 5,8 Zink, 2,7 Fe, 38 Cu, 15,6 Sb, 11,5 As ꝛc., sind also ein stark zinkhaltiges Mischfahlerz.

2. Bournonit.

Von Graf Bournon (Philos. Transact. 1804 pag. 30) unter Sulphuret of Lead, Antimony and Copper aus der verlassenen Grube Huel Boys bei Endellion (Endellionit) im nördlichen Cornwallis beschrieben, und von Hattchet daselbst pag. 63 als »triple Sulphuret« erkannt. Das Erz war schon längst bekannt und sogar von Rashleigh beschrieben. Klaproth (Beitr. IV. 82) analysirte es als Spießglanzbleierz, Werner nannte es in seinen letzten Jahren nochmals Schwarzspießglanz. Nädelerz der Bergleute von Kapnik. Hauy's Antimoine sulfuré plumbo-cuprifère. Zirkel, Sitzb. Wien. Akad. 1862 Bd. 45 pag. 433.

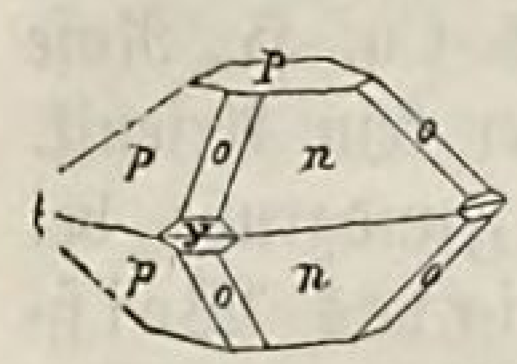
Zweigliedrig, aber die Krystalle oft schwierig zu entziffern. Schon Phillips gibt die Säule d = a : b : ∞c 93° 40′ an, sie kommt häufig nur sehr untergeordnet vor, was das Erkennen erschwert. Dehnen sie sich dagegen aus, wie zu Waldenstein in Kärnthen, so entstehen nicht selten förmlich würfelartige Formen. Das auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzte Paar n = b : 2c : ∞a mit 83° 29′ über T in b glänzt stark, und kann bei den großen Krystallen von Neudorf leicht mit dem Anlegegoniometer controllirt werden. Ein auf die stumpfe Kante aufgesetztes

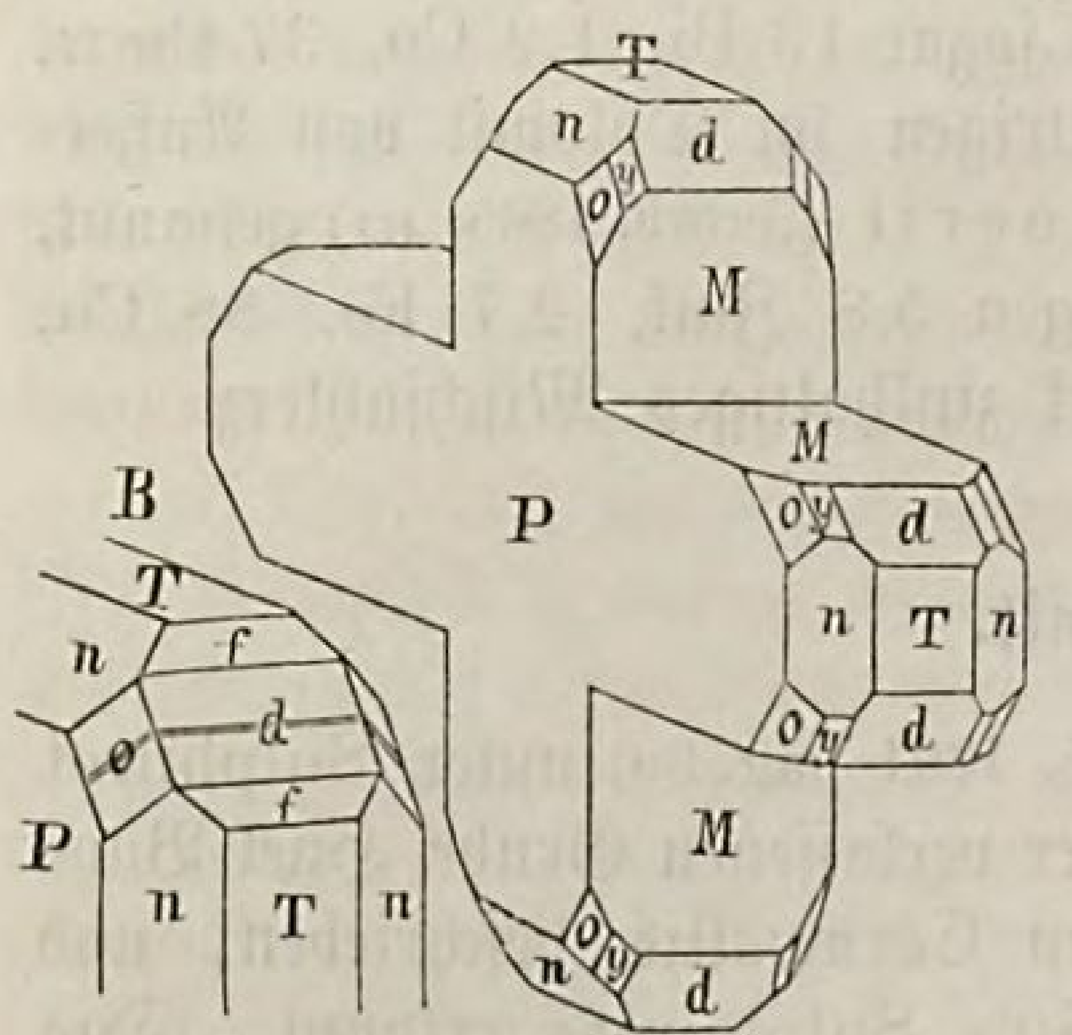


Paar p = a : 2c : ∞b mit 87° 8′ über M in a ist meist matt und unförmlich, und daran öfter leicht zu erkennen. In den vorstehenden Krystallen von Bräunsdorf dehnen sich P = c : ∞a : ∞b, M = a : ∞b : ∞c, und die etwas blättrige T = b : ∞a : ∞c zum Tafelartigen aus. Vergrößern sich dagegen die beiden Paare n und p, wie bei Neudorf, so gleichen sie einem viergliedrigen Oktaeder, an welchem das Hauptoktaeder o = a : b : c die Endkanten abstumpft. Dasselbe hat für c = 1 die Axen

$$a : b = \sqrt{4,421} : \sqrt{5,925}\,;\ \lg a = 0,32272,\ \lg b = 0,35035.$$

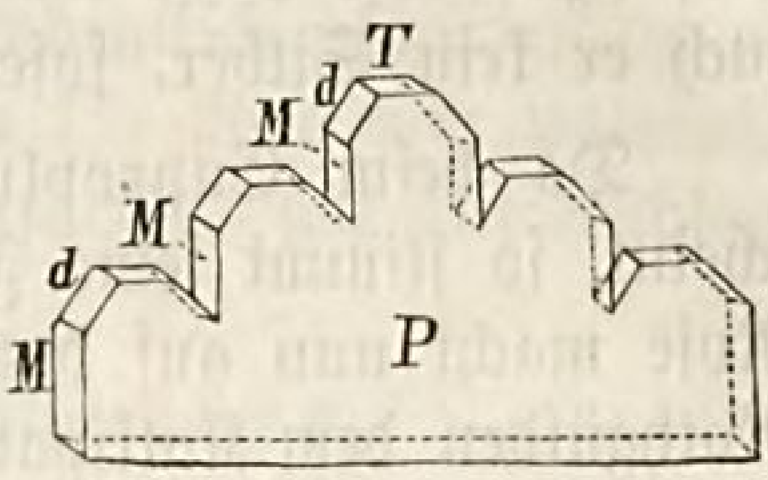
Die vordere Endkante mißt 136° 7′, die seitliche 133° 3′; Differenz beider nur 3°. Darunter kommen gewöhnlich kleine Oktaederflächen y = a : b : 2c vor. Faßt man diese Krystalle übrigens näher ins Auge, so sieht man besonders auf der matten p einspringende Winkel und Ungleichheiten: es zeigt das Zwillingsverhältnisse an, indem zwei Individuen die Säulenfläche d = a : b : ∞c gemein haben und sich durchkreuzen. Da die Säulenwinkel nur um 3° 40′ vom Rechten abweichen, so verwechselt man sie leicht mit einfachen Individuen. In England dagegen durchkreuzen sich die Individuen, wie das schon Bournon beschreibt, und erinnern dann durch ihr Bild an Staurolith pag. 348, wie der Krystall von **Nagyag**



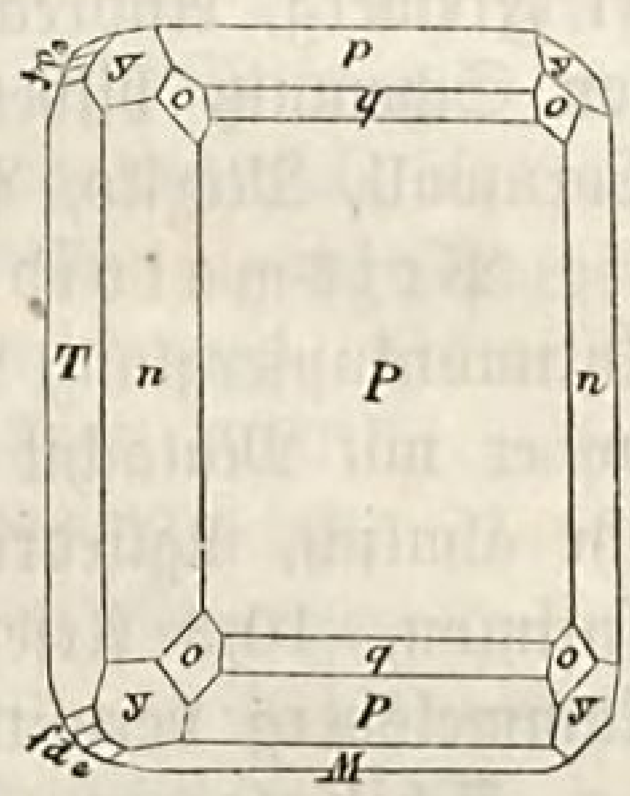


zeigt, der sich durch den Weißbleierzzwilling pag. 527 sofort erklärt, denn es spiegeln hier wie dort unten am schärfern Winkel die Säulenflächen dd vollkommen ein, und daher auch die darüber liegenden yy und oo, während im stumpfen Winkel rechts oben d/d sich unter 172° 40′ = 180° — 2 (3° 40′) treffen würden, sobald sie an einander wüchsen. Auf dem **Meiseberge** bei Harzgerode kommt das Zusammenwachsen nun häufig vor, man sieht hier auf d und o einspringende Winkel: denkt man sich das Kreuz von Nagyag oben rechts ausgefüllt, so erscheint das Harzer Bild B. Es ist eben immer wieder das alte Gesetz: die Zwillingsindividuen haben eine Säulenfläche gemein, und liegen umgekehrt. Auch Hessenberg (Abh. Senckenb. Nat. Ges. Frankf. 1863 IV. 32) gab eine Reihe von Zeichnungen, die meist mit Aragonitzwillingen übereinstimmen, namentlich in Beziehung auf Wiederholung der Individuen. Bei den faustgroßen Stücken von Neudorf bei Harzgerode unterscheiden sich die eingelagerten Streifen sehr deutlich, je nachdem man sie dreht, durch Licht und Schatten, ohne daß man bestimmte Flächen erkennt. Bei vielen Stücken übersieht man den Zwilling gar leicht, denn in dem Maße, wie die Rhombsäule sich dem Rechtwinklichen nähert, müssen die ein- und ausspringenden Zwillingswinckel immer mehr 180° gleichkommen. Dagegen liefert das sogenannte **Rädelerz** nur parallel aneinander gelagerte Individuen, wie sie neben-

stehendes Stück von **Kapnik** schon auf den ersten Blick zeigt. Es spiegeln in diesem Falle alle Flächen ein. Wenn die Individuen sich nach der Axe c verlängern, so gleichen sie Radspeichen, die aber nirgends excentrisch nach Außen strahlen. Schöne Beispiele kommen auch in Cornwall bei Liskeard vor.



Es kommen zumal in England sehr complicirte Krystalle vor, meist mit Neigung zur Tafelform. Beistehender von Haidinger abgebildeter Krystall hat außer P M T n p o y, die Säule d = a : b : ∞c nur sehr klein, daneben kommt noch e = a : 2b : ∞c, und f = 2a : b : ∞c, q = a : c : ∞b. Zwischen q/o liegt öfter a : c : 2b. Phillips gibt noch viele andere an, namentlich auch in der Verticalzone M/P. Hessenberg führt 48 verschiedene, meist wenig complicirte Flächenausdrücke auf, die man leicht in die unsrigen übersetzt, wenn man erwägt, daß er Hauptaxe c doppelt so groß als wir nimmt: wir brauchen blos den Ausdruck vor c mit 2 zu multipliciren, dann wird z. B. r Hessenberg = 12a : 4b : 3c in unserem Zeichen 12a : 4b : 2 . 3c = 6a : 2b : 3c.



G. Rose (Pogg. Ann. 76. 291) suchte die Form des Bournonit's mit Aragonit in Beziehung zu bringen, man muß dann aber die Krystalle nach der Verticalzone p/p aufrecht stellen. Da nun eine beim Bournonit vorkommende Fläche t = $\frac{3}{4}$a : c : ∞b in der Axe a den Winkel 115° 16′ macht, welcher vom Aragonit nur 1° abweicht, so müßte man dieser Säule die neuen Axen A : B : ∞c geben, dann würde p = A : $\frac{2}{3}$B : ∞c. Eine beim Aragonit nicht häufige l = c : $\frac{2}{3}$b : ∞a macht in c 85°33′, und da die scharfe Säulenkante des Bournonit's d/d 86° 20′ beträgt, so wäre d = C : $\frac{2}{3}$B : ∞a zu setzen. Dann ließe sich Uebereinstimmung annähernd in den Winkeln herausbringen. Allein die Zwillinge passen nicht, das macht schon die ganze Sache unwahrscheinlich, so interessant der Vergleich mit Rothgülden ist.

Dunkel bleigrau, kaum dunkler als Antimonfahlerz, innerlich einen stark glänzenden kleinmuscheligen Bruch. Einzelne Krystallflächen haben sehr starken Glanz, andere wieder auffallende Mattigkeit. Härte 2—3, spröde, namentlich Krystalle leicht zerspringend, Gew. 5,8.

Vor dem Löthrohr stark verknisternd, doch kann man ihn mit Gummilösung halten, er schmilzt dann außerordentlich schnell, gibt sogleich einen weißen Antimonbeschlag, dem dann sofort ein gelber von Bleioxyd folgt. Die Probe nimmt daher schnell an Größe ab, wird zuletzt geschmeidig, und gibt mit Soda ein kleines Kupferkorn.

$$\dot{Cu}\,\dot{Pb}^2\,\dddot{Sb} = \dot{Cu}^3\,\dddot{Sb} + 2\,\dot{Pb}^3\,\dddot{Sb} = (\dot{Cu} + 2\,\dot{Pb})^3\,\dddot{Sb},$$

mit 40,8 Blei, 12,6 Kupfer, 26,3 Antimon, 20,3 Schwefel von Neu=

dorf (H. Rose Pogg. Ann. 15. 578.) Wie die Antimonfahlerze, so enthält auch er kein Silber, sofern er frei von beibrechendem Fahlerz ist.

Da beim Cuproplumbit pag. 844 $\dot{\mathrm{Cu}}$ mit $\dot{\mathrm{Pb}}$ isomorph zu sein scheint, so stimmt seine Formel mit der des Rothgülden pag. 871. G. Rose macht nun auf das interessante Verhältniß aufmerksam, daß wie Rothgülden dem Kalkspath so Bournonit dem Aragonit ähnlich krystallisire.

Mit Fahlerz und Kupferkies zusammen zu Neudorf auf dem Unterharz bis zu faustgroßen Krystallen, Wolfsberg bei Stollberg, Bräunsdorf bei Freiberg, Andreasberg, Rosenhöferzug bei Clausthal. Das Rädelerz von Schemnitz bildet einfache Primitivformen PMT mit der Säule dd. Cornwall, Mexiko, Peru, Goldgänge von Victoria.

Prismatoidischer Kupferglanz (Mohs Grundr. Min. II. 559) Antimonkupferglanz, Wölchit, vom Berge Wölchau im Lavantthale (Kärnthen), wo er mit Malachit und Weißbleierz vorkommt, sieht dem Bournonit sehr ähnlich, 2gliedrig, Härte 3, Gew. 5,7. Enthält aber neben 17,6 Antimon, 10,3 Arsenik, 26,2 Schwefel, 28,4 Blei, 17,5 Kupfer. Nach Rammelsberg verwitterter Bournonit.

Schilfglaserz (Freieslebenit) vom Himmelsfürst bei Freiberg wird schon von Romé de l'Isle Cristall. III. 54 als mine d'argent grise antimoniale deutlich beschrieben. Phillips (Mineralogy 1823 pag. 290) hat die Krystalle gemessen, darnach würden sie 2gliedrig sein; Miller (Mineralogy 208) nahm sie 2 + 1gl., was Zepharowich (Jahrb. 1870. 606) bestätigte; zwei blättrige Brüche M = a : b : ∞c bilden eine geschobene Säule von 100°. Ihre vordere stumpfe Kante wird durch eine Reihe unbestimmter Flächen abgestumpft, die den Säulen ein längsgestreiftes schilfartiges Aussehen geben. Drei Paare sind auf die scharfe Säulenkante aufgesetzt, wovon das obere (nach Lévy II. 367 blättrige) in c den Winkel von 130° 8′ macht. Da diese Beschreibung jedoch mit der von Hausmann (Pogg. Ann. 46. 146) gar nicht stimmt, so meint G. Rose, Phillips habe Krystalle von Weißgiltigerz pag. 874 vor sich gehabt. Nach Hausmann's Angaben bilden die Krystalle Oblongoktaeder mit 91° und 68° in den Seitenkanten. Die Endecke gerade abgestumpft. Der Winkel 91° erinnert an d/d vom Bournonit. Wöhler's Analyse gab 23,7 Ag, 30,1 Pb, 27 Sb, 18,7 S, also ungefähr 5 Ag S + 7 Pb S + Sb S^3; eine andere Analyse auch etwas Schwefelkupfer. Daher glaubt G. Rose ihn als Silberbournonit, worin das Schwefelkupfer durch Schwefelsilber vertreten wäre, ansehen zu dürfen, also $(\dot{\mathrm{Ag}}, \dot{\mathrm{Pb}})^3 \dddot{\mathrm{Sb}}$. Weisbach schreibt ihn $\dot{\mathrm{Ag}}^2 \dot{\mathrm{Pb}}^3 \dddot{\mathrm{Sb}}^3$, wie den zweigliedrigen Diaphorit von Przibram. Dann würden diese höchst seltenen Massen dimorph sein.

Schwärzlich bleigrau, Härte 2—3, Gew. 6,19. Vor dem Löthrohr auf Kohle verhält es sich wie Bournonit, hinterläßt aber ein Silberkorn.

Kupferantimonglanz pag. 858 (Chalcostibit) von Wolfsberg (Wolfsbergit) auf dem Unterharz (Zinken Pogg. Ann. 35. 357) bildet breitstrahlige, blättrige Massen von 2gliedriger Krystallform. Eine Säule

g = a : b : ∞c 135° 12', b = b : ∞a : ∞c sehr blättrig und längs gestreift, die Geradendfläche c = c : ∞a : ∞b undeutlich blättrig, ½g = a : ½b : ∞c. Bleigrau, Härte 3—4, Gewicht 4,7. Vor dem Löthrohr auf Kohle leicht schmelzbar, mit starkem Antimonrauch, ohne Bleibeschlag, zuletzt mit Soda ein kleines Kupferkorn:

$\dot{Cu}\,\dddot{Sb}$ mit 24,5 Cu, 1,4 Fe, 46,4 Sb, 26,3 S,

Spuren von Blei. Bricht auf Spießglanzgruben gewöhnlich mit Kies überkleidet. Guadix in Spanien.

Enargit (ἐναργής deutlich, Breith. Pogg. Ann. 80. 383; 92. 237) bricht in großen derben Massen zu Morococha in Peru mit Tennantit und Kupferkies, 14,000' hoch auf der Cordillere: 2gliedrige deutlich blättrige Säulen von 98° 11' mit Endfläche und beide Säulenkanten abgestumpft, wovon a : ∞b : ∞c auch noch blättrig bricht. Eisenschwarz, Härte 3, Gew. 4,4. Die Blättrigkeit der Säulenflächen auffallend deutlich, woher der Name. Leicht schmelzbar. Plattner fand 32,2 S, 17,6 As, 1,6 Sb, 47,2 Cu. Daraus die Formel $Cu^3\,S^3\,As\,S^5$, woran die ungewöhnliche Schweflungsstufe von Arsen wie beim Xanthokon pag. 873 auffällt. Lieferte in einem Jahre für 90,000 Thaler Schwarzkupfer. In der Sierra de Famatina (Provinz la Rioja der Argentinischen Republik) erfüllt es an den Grenzen ewigen Schnees im Thonschiefer zahlreiche Gänge, begleitet von derbem graurothem Famatinit, der im Wesentlichen ein Antimonenargit $Cu^3\,S^3\,Sb\,S^5$ sein soll, mit nur wenig Arsenik (Jahrb. 1874. 537). Aber da ihm jede Spur von Blätterbruch fehlt, so ist er nicht gut mit Enargit zu vereinigen. Dazu kommt nun von Manila ein Luzonit (Jahrb. 1874. 975), äußerlich vom Famatinit nicht zu unterscheiden, aber in der Zusammensetzung vollständig mit Enargit $Cu^3\,As\,S^4$ stimmend. Hier sind auch die bleigrauen Nadeln vom Clarit zu vergleichen, welcher Büschel in den großen Schwerspathtafeln der Grube Clara in Hinterrankach (Schappach) bildet. Sie werden monoklin beschrieben und blättrig nach den Flächen b : ∞a : ∞c und a : ∞b : ∞c, Sandberger Jahrb. 1875. 385, der blättrige Bruch der Säule fehlt aber, trotzdem scheinen sie ganz die Zusammensetzung des Enargit zu besitzen. Der seltene Epigenit von der Grube Neuglück im Böckelsbach bei Wittichen (Jahrb. 1869. 205 und 862) mit dünnen Ueberzügen von Kupferkies in Gesellschaft von gelbem Flußspath und Dreikantnern von Kalkspath, wurde immer mit Wismuthkupfer verwechselt, hat aber 12,8 As, 14,2 Fe, 40,7 Cu, 32,3 S, woraus man die Formel $(\dot{Cu}, \dot{Fe})^3\,As\,S^5$ construirt hat. Rammelsberg (Hdb. Mineralchem. 122) meint es dagegen als $\dot{R}^9\,\dddot{Sb}$ deuten zu sollen, dann muß aber ein Theil des Kupfers als Sulfid genommen werden. Sandberger (Jahrbuch 1868. 416) fand an den zweigliedrigen Säulen den Winkel 110° 50'.

Binnit $\dot{Cu}^3\,\dddot{As}^2$ pag. 857 ist das vielgenannte Kupfermineral von fahlerzartigem Ansehen, was, mit den ähnlichen Bleiarsenglanzen im

Dolomit von Imfeld lange verwechselt, von vielen noch jetzt unter Dufrenoysit beschrieben wird, Kenngott, Min. Schweiz pag. 379. Es krystallisirt aber in Granatoedern, mit vielen Flächen überladen: 100, 111, 112, 114, 116, 441, 332, 321 (Hessenberg Abh. Senck. Nat. Ges. 1875 X. 9). Die Krystalle häufig geflossenem Bleiglanz ähnlich, sitzen nicht selten mitten in der gelben Blende. Härte 4—5, Gew. 4,5.

3. Nadelerz.

Auf Goldgängen im Quarz von Katharinenburg. Soll schon 1786 von Patrin für Wismuthglanz gehalten sein, wurde dann aber für gediegen Chrom angesehen, und von Werner zu den Chromerzen gestellt, bis John 1811 (Gehlen Journ. Chem. V. 227) den Irrthum aufdeckte. Mohs (v. d. Null Miner. Kab. III. 726) beschrieb es 1805 unter diesem Namen ausführlich. Needle Ore, Bismuth sulfuré plumbo-cuprifère. Patrinit. Belonit (βελόνη Nadel).

Scheinbar 2gliedrige längsgestreifte nadelförmige Säulen von etwa 110° mit einer blättrigen Abstumpfung ohne bekannte Endflächen. Selten einige Linien dick, meist feiner bis haarfein. Schwärzlich bleigrau, aber fast immer tombakbraun bis messinggelb angelaufen, woran man es leicht erkennt. Härte 2—3, Gew. 6,7.

Schmilzt auf Kohle leicht, raucht und setzt einen weißen an den innern Kanten gelben Beschlag ab, hinterläßt ein Wismuthähnliches Metallkorn, mit Soda ein Kupferkorn. Frick (Pogg. Ann. 31. 529) fand 10,6 Cu, 36 Pb, 36,4 Bi, 16,6 S, was ungefähr zu der Formel des Bournonits

$$\overset{\prime}{Cu}\,\overset{\prime}{Pb}{}^2\,\overset{\prime\prime\prime}{Bi} = \overset{\prime}{Cu}{}^3\,\overset{\prime\prime\prime}{Bi} + 2\,\overset{\prime}{Pb}{}^3\,\overset{\prime\prime\prime}{Bi} = (\overset{\prime}{Cu} + 2\,\overset{\prime}{Pb})^3\,\overset{\prime\prime\prime}{Bi}$$

führen würde, worin statt Schwefelantimon Schwefelwismuth steht. Der einzige sichere Fundort ist der Quarz auf den Goldgängen von Beresowsk, das gediegene Gold kommt sogar in den Krystallen vor. Durch Verwitterung entsteht Kupferlasur und Malachit, welch letzterer fälschlich für Chromocker ausgegeben wurde. Bei fortschreitender Zersetzung bleibt zuletzt noch eine gelbe erdige Masse von unreinem Wismuthocker pag. 811 zurück.

Der Schwarzwald ist am Ende des vorigen Jahrhunderts durch die Bemühungen des Bergraths Selb in Wolfach wegen einiger seltenen Wismutherze bekannt geworden. Auf der verlassenen Grube Königswart unterhalb Schönmünznach an der Murg auf der badisch-württembergischen Grenze kamen feine Nadeln in Quarz eingesprengt vor, ihre Farbe ist schwarz, doch laufen sie an der Oberfläche schwach messinggelb an. Das erinnert an Nadelerz, als welches sie auch Kurr (Grundzüge Miner. 3. Aufl. pag. 310) aufführte. Sandberger (Jahrb. 1866. 201) zählt es zum Wismuthkupfer. Der Gang setzt in der Arkose des Steinkohlengebirges auf. Chemisch nahe steht ihm das

Wismuthische Silbererz Klaproth (Crell's Chem. Ann. 1793. 1. B. pag. 10), Wismuthsilber, Wismuthblei, was auf den nebeneinander liegenden Gru-

ben Friedrich=Christian und Herrenseegen in der wilden Schappach ohnweit Wolfach auf dem Schwarzwalde noch bis in die neuere Zeit gewonnen und verhüttet wurde. Eine kleinkörnige, feinspeisige, in Quarz eingesprengte Masse, licht bleigrau, milde, Härte 2 bis 3. Man kann es durchaus nicht recht rein bekommen. Selb sah es nur ein einziges Mal fein nadelförmig krystallisirt in einer Drusenhöhle von Quarz.

Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht, wobei dann aber sogleich die schmelzende Probe von quarziger Bergmasse bedeckt wird. Nimmt man letztere mit Soda weg, so bleibt nach längerm Blasen ein Wismuthähnliches Metallkorn zurück, während die Kohle sich mit Blei und Wismuthoxyd beschlägt. Auch Antimonrauch fehlt nicht. Wie es überhaupt schwer hält, auch nur kleine von Bleiglanz, Kupferkies oder Fahlerz freie Proben zu erhalten. Klaproth (Beiträge II. 291) fand darin 33 Blei, 27 Wismuth, 15 Silber, 0,9 Kupfer, 4,3 Eisen, 16,3 Schwefel. Obgleich Selb das beste Material dazu geliefert hatte, so war die Probe doch noch bis gegen den 4ten Theil mit quarziger Gangart verunreinigt, die in Abzug gebracht werden mußte. Demnach scheinen Ag S, Pb S und $\text{Bi} S^3$ die wesentlichen Bestandtheile zu sein. Vielleicht ein Silbernadelerz. Sandberger hält es für ein Gemisch von Wismuthglanz und silberreichen Bleiglanz. Ausgesuchte Stücke halten wohl 20 Mark Silber per Centner. Der mitvorkommende Bleiglanz ist auffallend silberarm und wird an die Töpfer verkauft. Der derbe Schirmerit im Quarz von Colorado, bleigrau, Gew. 6,7 gab Pb S, Ag^2 S, 2 $\text{Bi} S^3$, Jahrb. 1875. 189. Nicht mit dem eisenhaltigen Tellurblei 3 Pb Te + Fe Te gleichen Namens von dort zu verwechseln (Annual Report of the United States, embracing Colorado by Hayden 1874 pag. 355).

Wismuthkupfer. Selb (Denkschriften Aerzte und Nat. Schwabens I. 311 u. 419) Kupferwismutherz, Wittichenit (Pogg. Ann. 97. 476), auch Wittichit genannt. Ist auf der Kobaltgrube Neuglück bei Wittichen im Anfange dieses Jahrhunderts im fleischrothen Schwerspath vorgekommen. Bleigrau wie Fahlerz, aber röthlich anlaufend. Wenig glänzend. 4,5 Gew., Härte 3—4. Bildete Gänge von etwa 1 Zoll Dicke im verwitterten Granit. Selb legte selbst nur wenige Stufen zurück, und meinte, daß es 1715 auf der dortigen Danielsgrube vorgekommen sein möchte, wo aus mehreren Centnern Kupfer= und Wismuthhaltiger Erze 133 ℔ Gaarkupfer und 36 ℔ Wismuth geschmolzen sein sollen. Klaproth (Beitr. IV. 91) fand darin 47,3 Wismuth, 34,7 Kupfer, 12,6 Schwefel, was nach neueren Analysen (Pogg. Ann. 136. 499) zu der Formel $\dot{\text{Cu}}^3 \dddot{\text{Bi}}$ führt, während der gelbgraue Kupferwismuthglanz von der Grube Tannebaum=Stollen bei Schwarzenberg $\dot{\text{Cu}} \dddot{\text{Bi}}$ pag. 860 geschrieben wird. Dauber und Weisbach (Pogg. Ann. 92. 241 u. 128 435) fanden letztere Nadeln mit einem Blätterbruch a : ∞b : ∞c in 2gliedrigen Säulen von 102° 42′, auch die Endfläche ist blättrig. Härte 2—3, Gew. 5,2, läuft gelb an. Der ähnliche

Klaprothit (Jahrb. 1868. 464) von der Grube Daniel in Gallenbach bei Wittichen ist Wismuthreicher $\overset{\prime}{Cu}^3 \overset{\prime\prime\prime}{Bi}^2$.

Kobellit J. Setterberg (Pogg. Ann. 55. 635) aus den Hvena-Kobaltgruben in Nerike mit Glanzkobalt, Kupferkies und Arsenikkies brechend. Strahliger Bruch und von Grauspießglanzartigem Ansehen, aber 6,3 Gew. Die Formel $4\overset{\prime}{Pb}^3 \overset{\prime\prime\prime}{Bi} + \overset{\prime}{Fe}^3 \overset{\prime\prime\prime}{Sb}^2$, vielleicht $(\overset{\prime}{Pb}, \overset{\prime}{Fe})^3 (\overset{\prime\prime\prime}{Bi}, \overset{\prime\prime\prime}{Sb})$, gäbe ein Nadelerz, welches statt Kupfer Eisen hätte, und statt des Wismuth etwas Antimon.

Chiviatit (Pogg. Ann. 89. 320) von Chiviato in Peru, Gew. 6,9, bleigrau, stark metallglänzend, dem Wismuthglanz ähnlich, drei blättrige Brüche in einer Zone, wovon zwei mit 153° und 133° sich gegen den dritten Hauptblätterbruch neigen. 60,9 Wismuth, 18 Schwefel, 16,7 Blei, 2,4 Kupfer, etwaige Formel $(\overset{\prime}{Pb}, \overset{\prime}{Cu})^2 \overset{\prime\prime\prime}{Bi}^3$.

4. Zinnkies Wr.

Das Bell-metal ore (Glockenmetall) der englischen Bergleute bricht auf einem 9 Fuß mächtigen Gange zu Huel Rock im Kirchspiel St. Agnes. Etain sulfuré, Tin Pyrites. Stannin. Hauy IV. 207.

Regulär, aber äußerst selten in Würfeln krystallisirt. Die Farbe liegt zwischen licht stahlgrau und messinggelb. Schwarzer Strich. Nicht stark glänzend. Härte 4, Gew. 4,35. Gewöhnlich stark durch Kupferkies verunreinigt, dessen Beimengung man zuweilen noch erkennt, das erschwert auch die genaue Kenntniß der Zusammensetzung. Klaproth hat ihn zweimal analysirt (Beiträge II. 257 und V. 228) und Kudernatsch (Pogg. Ann. 39. 146) schlägt die Formel vor

$$(\overset{\prime}{Fe}, \overset{\prime}{Zn})^2 \overset{\prime\prime}{Sn} + \overset{\prime}{Cu}^2 \overset{\prime\prime}{Sn}.$$

Letzterer fand 29,6 S, 25,5 Zinn, 39,4 Cu, 12,4 Fe, 1,8 Zn. Kenngott meint, es sei blos ein Schwefelzinnhaltiger Kupferkies Cu S R S^3, worin das Schwefeleisen durch Schwefelzinn (Sn^2 S^3) vertreten wäre. Rammelsberg (Handb. Mineralch. 1875. 78) erklärt es für eine isomorphe Mischung einfacher Schwefelmetalle R S. Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht, und gibt einen Zinkbeschlag, der in der Hitze leuchtet. Als einziges Erz mit Schwefelzinn hat es Interesse. Soll auch bei Zinnwalde vorkommen.

Zum Schluß will ich noch nach der Berg. Hüttenztg. 1876. 410 die Pariser Metallpreise für 1 Kilogramm in Franken hinsetzen: Indium 29150; Vanadium 28680; Ruthenium 16600; Rhodium 8030; Palladium 7490; Uranium 6610; Osmium 3730; Iridium 3643; Gold 3459; Platin 1322; Thallium 1215; Chrom 666; Magnesium 543; Kalium 264; Silber 216; Kobalt 90; Cadmium 68; Wismuth 42; Natrium 37; Nickel 28,50; Quecksilber 17,25; Antimon 4,70; Zinn 3,75; Kupfer 2,85; Arsenik 1,20; Zink 1,20; Blei 0,77; Eisen 0,22 Franken.

Sechste Klasse.

Inflammabilien.

Von inflammare verbrennen. Eine Klasse, die schon von den ältesten Mineralogen (Avicenna) gemacht ist, doch stellte man vieles dahin, was nicht dahin gehört, wie Schwefel, Diamant. Lassen wir dieß weg, so bilden die Inflammabilien eine sehr natürliche Gruppe, die aber keine Mineralien im Sinne der ersten 5 Klassen enthält, nämlich keine unorganischen Verbindungen, die sich blos nach chemischen Gesetzen bildeten: sondern organische Producte, ursprünglich Pflanzen (seltener Thieren) angehörend, die sich im Schoße der Erde in scheinbar mineralische Substanz veränderten. Vor allem gehören dahin Kohlen, Oele, Harze. Auch Salze mit organischen Säuren kommen hin und wieder vor. Solche Inflammabilien brechen deßhalb auch nicht mehr (oder doch nur sehr vereinzelt) weder im krystallinischen Urgebirge, noch in vulkanischen Gesteinen oder Gängen, sondern auf Lagern und eingesprengt in das Flözgebirge.

Ihr chemischer Hauptgehalt ist Kohlenstoff, weil die gegen Agentien indifferente Kohle unter den festern Theilen der Pflanze (Cellulose) vorherrscht. Ueberall wo Pflanzen so begraben wurden, daß der Kohlenstoff nicht verwesen konnte, ist der Rest Kohle untergeordnet mit Sauer- und Wasserstoff in den complicirtesten Verbindungen.

1. Kohlen.

Man versteht darunter schwarze und braune Kohlen, die so viel zum Brennmaterial dienen. Sie sind mehr oder weniger reiner Kohlenstoff, und knüpfen nicht sowohl an Diamant pag. 358, als vielmehr an den Graphit pag. 743 an, dessen organischen Ursprung man aber nicht mehr direct nachweisen kann, während er sich auch auf chemischem Wege bei Hüttenprocessen leicht bildet: „Sonnenkräfte, die aus geologischer Zeit die Natur uns aufsammelte". Wenn Kohlen an der Luft liegen, verlieren sie an Brennwerth. Man unterscheidet eine trockene und nasse „Finde": „trocken oxydirt sich der Kohlenstoff, und geht als Kohlensäure fort, trotzdem nimmt das Gewicht zu, weil Feuchtigkeit aus der Luft angezogen wird; naß in freier Lagerung tritt eine Art Gährung ein, Kohle oxydirt, und Wasserstoff verflüchtigt sich.

a) Steinkohle.

Werner nannte sie Schwarzkohle. Houille. Common Coal.

Unkrystallinisch und dadurch im Gegensatz mit Graphit stehend. Mit muscheligem Bruch, aber glattflächig zerklüftet. Vollkommen schwarz, sammtschwarz, mit schwarzem Strich. Halbmetallischer starker Glanz bis matt. Bunt angelaufen durch Vitriolwasser, die sich aus Schwefelkies erzeugen. Gyps- bis Kalkspathhärte, meist sehr spröde. Gew. 1,3 bis 1,8. Durch Reiben negativ elektrisch. Leiten nur die Elektricität, wenn sie vorher stark erhitzt sind. Fühlen sich nicht kalt an. Das Pulver färbt Aetzkali nicht, oder doch nur unbedeutend.

Chemische Bestandtheile sind Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff; Schwefelkies und Bergart unwesentlich. Allein das Verhältniß der drei Bestandtheile wechselt außerordentlich. Es gibt (magere) Kohlen, die fast rein aus C bestehen, andere (fette) haben außer C noch einen wesentlichen Gehalt an O und H, welche sich zu Bitumen verbunden haben, das mit lichter Flamme brennt, und woher der beim Verbrennen so eigenthümliche gerade nicht unangenehme Geruch kommt. Fleck (Jahrb. 1871. 811) nimmt auch etwas freien Wasserstoff an. Die Elementaranalyse geht aus Folgendem hervor:

	Holzfaser	Braunkohle	Steinkohle
C	51,4—52,6;	55 —76;	73 —96,5.
O	43 —42;	26 —19;	20 — 3.
H	6 — 5,5;	4,3— 2,5;	5,5—0,5.

Der Gehalt an Kohle nimmt von der Holzfaser bis zur Steinkohle zu, Sauerstoff dagegen ab. Die Entstehung beruht ohne Zweifel auf einem einfachen Verwesungsproceß, der unter dem Abschluß der atmosphärischen Luft vorgieng: die Kohle fand nicht Sauerstoff genug, um gänzlich verschwinden zu können. Ja Dr. Kremers (Pogg. Ann. 84. 74) weist den Zusammenhang nach, in welchem die Holzfaser mit der Kohlenbildung zu stehen scheint: die Holzfaser veranlaßt nämlich bei der Destillation des Holzes wesentlich die Bildung von Essigsäure. Nun zeigt sich, daß unter den Producten der trockenen Destillation von Braunkohle, auch wenn sie noch so zersetzt sein mag, entschieden Essigsäure vorkommt, es scheint also noch unzersetzte Holzfaser darin zu sein, während bei ächten Steinkohlen solche Anzeichen gänzlich fehlen. In der Steinkohle sind also alle Spuren unversehrter Holzfaser geschwunden, was directe Untersuchungen mit dem Mikroskop auch bestätigt haben. Der Druck der Wassersäule und des später darauf abgelagerten Gebirges trugen dann noch das ihrige bei, daß das Ganze sich zur homogensten Masse vereinigte. In Beziehung auf den Gehalt an Asche muß man wesentlich zweierlei unterscheiden: der größte Theil stammt vom Gebirge, und besteht dann aus Thon und Schwefelkies; ein kleiner gehört dagegen schon der Pflanze als solcher an. Dieser beträgt aber in der Asche lebender Pflanzen meist unter $\frac{1}{3}$ p. C., und besteht hauptsächlich in Kali- und Natronsalzen, mit etwas Phosphor-

säure, Kieselerde ꝛc., kann daher auch für die Steinkohlen keine große Bedeutung haben. Die Kohlen kommen übrigens so rein vor, daß die Asche mancher Cannelkohle nur 0,5 p. C., von Commentry sogar nur 0,24 p. C. beträgt. Man glaubt den Beweis führen zu können, daß die ursprünglichen Aschenbestandtheile aus der Braun- und Steinkohle gänzlich entfernt seien: dieß zeigen nicht blos die sehr geringen Spuren von Phosphorsäure, sondern die unlöslichen Silicate selbst in der compactesten Kohle.

Der Bitumengehalt ist bei der Anwendung als Brennmaterial von dem größten Einfluß, denn derselbe brennt mit rußiger Flamme, läßt sich daher vor dem Löthrohr leicht nachweisen. Der Rückstand, englisch Coaks genannt, verhält sich verschieden: bei den fetten glänzenden Kohlen bläht und krümmt er sich, und backt zuletzt zu einer porösen Masse zusammen; bei den fetten matten und bei den magern bleibt die Probe unverändert. Zwischen beiden Extremen kommen aber alle Mittelstufen vor. In verschlossenen Gefäßen erhitzt geben besonders dieselben mehrere ausgezeichnete Destillationsproducte: brennbare Gase (worunter auch Leuchtgas), bituminöses Oel und Theer, ammoniakalische Wasser, als Rückstand Coaks. Das Theer der Gasfabriken gibt Benzol, Anilin, Carbolsäure ꝛc., welche zu den herrlichsten Farbestoffen verwendet werden.

Bei der Eintheilung darf man die mineralogischen Kennzeichen nicht mit denen der Structur vermischen, wie das seit Werner so viel geschieht. Denn der Structur nach zählen Kohlen zu den Gebirgsarten.

A. Mineralogisch kann man etwa folgende 5 Varietäten unterscheiden:

1. **Anthracit** Hauy, Kohlenblende Karsten. Werner begriff ihn unter seiner Glanzkohle. Vollkommen muscheliger Bruch. Am härtesten und schwersten. Gew. 1,3—1,75. Die Farbe eigenthümlich graulich schwarz (Eisenschwarz), besonders wenn man die Stücke neben Glanzkohle legt. Der Glanz neigt etwas zum Matten. Färbt nicht ab. Bitumen fehlt ihm, daher brennt er vor dem Löthrohr nicht, bedeckt sich aber mit Asche ($\dot{\dot{S}}i$, $\dddot{A}l$, $\dddot{F}e$), die in Amerika als vorzügliches Dungmittel dient. Bei dem ersten Anwärmen verknistert er stark, das wirkt auf den Luftzug in Hochöfen sehr nachtheilig. Der reine Kohlengehalt geht bei einigen westphälischen Abänderungen auf 96 p. C. Er schließt sich durch diese Kennzeichen unmittelbar an den Graphit an. Hauy glaubte sogar, daß er krystallinisch sei und blättrigen Bruch habe. Derselbe beschreibt reguläre sechsseitige Säulen und Oktaeder (Traité de Minéral. IV. 441). Doch mögen wohl Absonderungsverhältnisse den großen Meister im Erkennen der Blätterbrüche getäuscht haben. Das alpinische Kohlengebirge von La Mure in Frankreich, Hering in Tyrol, der Thonschiefer von Ebersdorf im Voigtlande liefern gute Beispiele für die Charakterfarbe.

Gewöhnlich nimmt man jedoch den Begriff im weitern Sinne, und nennt auch die sammtschwarze Kohle noch Anthracit, wenn sie nur mager genug ist, und vor dem Löthrohr nicht brennt: so die 30′—50′ mächtigen

Pennsylvanischen Schichten zwischen Susquehanna und Delaware mit Thonschiefer und Grauwacke wechselnd; die mächtige Kohle in Südwallis, Schottland ꝛc., die Becken von Mons und Anzin. Das kleine Lager am Hagenbach bei Zunsweier an der untern Kinzig, was neuerlich wieder in Baden Hoffnungen erregte. Die Franzosen nennen diese jedoch passender Houille sèche. In Südwallis und Pennsylvanien ist sie so mager, daß sie lange nicht gebraucht werden konnte, weil sie zu schwer brennt. Allein mit warmem Gebläse gibt sie ein vortreffliches Feuer, und kann direct zur Hochofenfeuerung angewendet werden. Sie raucht beim Brennen nicht. Der Pennsylvanische Anthracit liefert die Hälfte aller amerikanischen Kohlen, 1874 gegen 22 Millionen Tonnen d. h. eine 7 miles lange Mauer von 100′ Höhe und Breite.

Wenn Gänge von Porphyr und Basalten Kohlenlager durchsetzen, so haben sie öfter den nächstgelegenen Kohlen das Bitumen entzogen. Auf diese Weise können selbst Braunkohlen (am Meißner in Hessen) in Anthracit verwandelt werden. Die Liaskohle von Richmond in Virginien wurde dadurch so porös, daß sie auf Wasser schwimmt.

2. **Glanzkohle** besitzt einen geringen Aschengehalt, und „ging aus den aufquellenden nicht löslichen Fäulnißproducten hervor“. Gew. 1,25 bis 1,4. Zeigt ebenfalls vollkommen muscheligen Bruch, ist aber sammtschwarz (kaum einen Stich ins Grau), und mit dem stärksten Glanz, der überhaupt bei Kohlen vorkommt. Sie ist spröde und zerbrechlich. Es gibt eine magere und fette. Die magere flammt nicht, bildet den Uebergang zum Anthracit, und wird, wie wir soeben sahen, auch häufig schon so genannt. Die fette dagegen brennt wegen ihres großen Bitumengehaltes mit rußiger Flamme, dabei krümmt sich die Probe nicht selten ganz wurmförmig, und verwandelt sich in Coaks, der um so poröser ist, je mehr Bitumen entwich. Diese spielt im Kohlengebirge bei weitem die wichtigste Rolle, besonders in den Lagern, die man Schiefer- und Grobkohle nennt. Sie dient in Deutschland vorzugsweise zur Gasbereitung (Gaskohle). Bei der Heizung von Hochöfen ist das Bitumen und der Schwefelkies hinderlich; sie werden vorher im Großen durch Brennen weggeschafft. Coaks bleiben zurück.

Eine ausgezeichnete Glanzkohle kommt auch hin und wieder untergeordnet im Braunkohlengebirge vor, wie z. B. am Meißner in Hessen. Ihr Strich ist zwar nicht vollkommen schwarz, doch kann man sie im Mörser nicht braun reiben. Sie bildet Concretionen in der erdigen Braunkohle, und geht dann über in die

3. **Pechkohle.** Dieselbe hat ein durchaus pechartiges Ansehen, sehr homogenen großmuscheligen Bruch, die Farbe geht ins Braun, und der Glanz ins matte Halbopalartige. Nicht sehr spröde, kann daher verarbeitet werden. Wegen ihres großen Bitumengehaltes brennt sie mit starker Flamme. In der Steinkohlenformation ist sie noch nicht gewöhnlich. Dagegen kommen ausgezeichnete Holzstämme schon im weißen Keupersandstein vor. Die besten Kohlenparthieen der Braunkohlenformation

neigen sich meist zur Pechkohle. Eine Pechkohle ist ohne Zweifel auch der im Alterthume so berühmte

Gagat Plinius hist. nat. 36. 34: Gagates lapis nomen habet loci et amnis Gagis Lyciae... niger est, planus, pumicosus, non multum a ligno differens. Zu Leucolla wurde er vom Meere ausgeworfen, wie der Bernstein, daher auch schwarzer Bernstein genannt. Wahrscheinlich war es der schwarze Edelstein bei Plin. hist. nat. 37. 67: Samothracia insula ejusdem nominis gemmam dat nigram, ac sine pondere, ligno similem. Seit uralter Zeit knüpfte sich besonders in der Medicin viel Aberglaube daran. Es ist in solchen Fällen immer schwer, das rechte Ding für den Namen zu finden: Hausmann (Handb. Mineral. II. 1539) nimmt die Braunkohle dafür, allein diese hat gerade das am wenigsten edle Ansehen; Emmerling (Lehrb. Mineral. II. 50) das Judenpech, doch das ist zu bröcklich. Agricola de natur. foss. IV pag. 596 hält ihn für Bitumen, was in der Erde hart und politurfähig geworden sei. Seit Bauhin (Hist. font. Boll. pag. 23 succinum nigrum seu gagates, deutsch schwarzer Agstein) begreift man in Schwaben sehr passend unter Gagat die schwarzen Platten aus dem Posidonienschiefer des Lias, welche beim ersten Anblick nichts weiter zu sein scheinen, als verhärtetes Bitumen. Auch das Jet der Engländer stammt aus den gleichen Schichten von Whitby, wo es gegraben wird, und zu einer sehr einträglichen Industrie den ersten Anstoß gab. Sie haben Bruch und matten Glanz der Pechkohle, und brennen fast so lebhaft als Asphalt, aber tröpfeln nicht von der Pincette ab, und hinterlassen sehr poröse schaumige Coaks. Ein solcher Gagat ist schon wegen der Seltenheit seines Vorkommens etwas Gesuchtes, und die Mitte zwischen Bitumen und Steinkohle haltend auch etwas Eigenthümliches. Nach Dufrénoy (Trait. Minér. III. 727) gewinnt man im Grünsand von St. Colombe Aude Dep. einen »Jaïet«, der zu allerlei Schmucksachen (Trauerschmuck) verarbeitet wird, enthält 61,4 C, 38 Bitumen. Zu Dourban und Ségure sind noch 1200 Menschen damit beschäftigt. Besonders großartig sind die Schleifereien in Whitby, wozu jetzt das Material hauptsächlich aus Spanien eingeführt werden soll, da die Vorräthe im dortigen Posidonienschiefer viel zu gering sind.

3. **Cannelkohle** hat einen matten Jaspisbruch, matter als Pechkohle, mit glänzendem Strich, daher politurfähig. Da sie zugleich schwer zersprengbar ist, so wird sie ebenfalls verarbeitet. Im Großen schieferig, was man in Handstücken gewöhnlich nicht wahrnimmt. Unter den Kohlen des Steinkohlengebirges die bituminöseste, daher sehr leicht, Gew. 1,2, und mit loher Flamme brennend, woher der Name stammt (Candle Licht). Der Rückstand bläht sich vor dem Löthrohr nicht, oder doch nur wenig. Die Analyse gibt 74,5 C, 5,4 H, 19,6 O. Ihr großer Reichthum an Wasserstoff deutet auf Reichthum an Bitumen, und beim Erhitzen geben sie 44 p. C. flüchtige Theile ab. Trotz ihres dichten Zustandes gehören sie doch zu den reinsten Abänderungen, denn der Aschengehalt sinkt bis

auf 0,5 hinab. Das macht sie besonders beliebt zum häuslichen Gebrauch. In England findet sie sich hauptsächlich in den obern Schichten zu Wigan in Lancashire, Cleehill in Shropshire, bei Newcastle in Durham, Gilmeston bei Edinburg, zu Essen in Westphalen, Nordamerika, Neusüdwallis mit Glossopteris, Tula ꝛc. In Frankreich heißt sie Houille maigre und bricht zu Epinac, Blanzy ꝛc. Zu Pilsen heißt sie Plattelkohle, und gehört dort den obersten Schichten an, die in Boghead übergehen. Dosen, Tintefässer, Leuchter, Knöpfe ꝛc. werden besonders aus der Schottländischen verfertigt. Zur Gasbeleuchtung die beste, aber die Coaks sind schlecht. Sie vermittelt durch Boghead den Uebergang zu den Schiefern.

5. **Faserkohle**, Werner's mineralogische Holzkohle, bildet erdige schmutzende Schichten zwischen Glanzkohle, im Querbruch von grauschwarzer matter Farbe. Blättert man aber die Glanzkohle ab, so treten fasrige, etwas seidenglänzende eckige Platten zum Vorschein, die verdrückter Holzkohle gleichen, und vielleicht die Reste großer Waldbrände sind, Epoch. Nat. pag. 391. Zerrieben sehen sie wie Ruß aus, daher die damit reich angeschwängerten Kohlen auch wohl als Rußkohle angeführt werden. Eine ganz magere Substanz, deßhalb auch fasriger Anthracit, Rahm, Gisch genannt. Die Gluth des Hochofens, welche das Roheisen flüssig macht, reicht nicht hin, sie zu verbrennen, denn sie kommt mit der Schlacke unverändert wieder heraus. In größerer Menge verhindert sie das Zusammenbacken der Glanzkohle bei der Verkoxung. Für das Erkennen der ächten Steinkohle ist dies die wichtigste Substanz, und Göppert hat dargethan, daß sie unter dem Mikroskop die wohlerhaltene Structur von Araucarien zeige, die wegen ihres häufigen Vorkommens in der Steinkohlenformation den Namen Araucarites carbonarius tragen.

B. Geognostisch, d. h. nach ihrer Structur im Lager, unterscheidet man folgende Abänderungen:

1. Schieferkohle, bei weitem die häufigste. Sie bildet geschichtete Kohlenflöze, in denen strichweis die Faserkohle mit der Glanzkohle wechselt, wie man besonders auf dem Querbruch sieht, die daher auch Streifkohle genannt wird. Die Glanzkohle hat dabei bei weitem das Uebergewicht. Die Schichtung ist nicht selten so regelmäßig, daß man sie mit Jahresringen der Bäume verglichen, auch sogar in allem Ernste dafür gehalten hat. Von dem Irrthum überzeugt man sich jedoch leicht. Solche Anordnung kann nur Folge eines regelmäßigen Niederschlags sein. Eigenthümlich sind die senkrechten spiegelflächigen Querklüfte; häufig mit Kalkspath, Schwefelkies ꝛc. erfüllt, sollen sie an der Faserkohle absetzen.

2. Grobkohle. Werner (Emmerling Mineral. II. 63) hat schon frühzeitig diesen Unterschied gemacht unter Widerspruch von Voigt. Und ein Fehler war es allerdings, wenn man die Verschiedenheit in der mineralogischen Beschaffenheit suchte, da sie doch einzig und allein in der Structur liegen kann. Die Faserkohle trägt hier nicht mehr zur Schichtung bei,

die Stücke springen vielmehr unbestimmt eckig und nach keiner geraden Flucht weg. Häufig zeigen sie krumme Spiegelflächen, welche durch Druck des Gebirges entstanden sind. Mit einem Worte: die ganze Kohlenmasse ist verworren gelagert. Ein ganz vortreffliches Beispiel liefert die kleine Ablagerung magerer Kohle bei Zunsweier an der untern Kinzig im Schwarzwalde. Die 77 Meter mächtige Ablagerung von bald fetter, bald magerer Kohle zu Creuzot liegt ebenfalls ungeschichtet und wirr durcheinander. Wenn man in dieser Weise den Begriff der Grobkohle festhält, so steht sie allerdings mit der Schieferkohle im Gegensatz. An der Verwerfungsstelle mächtiger Flöze geht die Schiefer- in Grobkohle über.

Stangenkohle nannte Werner die stangenförmig abgesonderte Pechkohle aus dem Braunkohlengebirge vom Meißner. Der Basalt, welcher das dortige Braunkohlengebirge überlagert, scheint seinen Antheil daran zu haben. Doch leitet sie die Elektricität nicht, kann daher nach Hr. v. Kobell nicht erhitzt sein. Die Säulen, zuweilen von außerordentlicher Regelmäßigkeit, sondern sich gerade wie die Basaltsäulen ab, sind aber meist nur daumendick. Auch in dem Steinkohlengebirge kommen in der Nähe der durchbrechenden Porphyre und Mandelsteine ähnliche Absonderungen vor, wie z. B. auf dem Brunoflötz bei Mährisch-Ostrau, wo die Stangen die Elektricität leiten, Jahrb. 1875. 325. Der Name

Blätterkohle wird doppelsinnig gebraucht: einmal versteht man darunter im Braun- und Steinkohlengebirge kohlige Brandschiefer. Die geognostische Schichtung ist hier so vollkommen und dünnflächig, daß namentlich bei der Verwitterung das Ganze sich in papierartige Blätter sondert. Das anderemal meint man die reinste Steinkohle, welche sich nach Art des mineralischen Blätterbruchs schief gegen die Lagerungsfläche schuppt. Man kann das in der That mit einem wirklichen Blätterbruch verwechseln (Epochen der Natur pag. 391).

Die Augenkohle (Epoch. Nat. pag. 392) ist Glanzkohle mit kreisförmigen Spiegeln, welche zwar Holzästen gleichen, aber vielleicht doch nur durch Absonderungen entstanden, Berg. Hüttzt. 1870. 371. Ueber die

Bildung der Steinkohlen ist man zwar noch nicht ganz im Klaren, allein daß sie Pflanzenproducte seien, kann man kaum streitig machen: die im Wasser löslichen Theile, Gummi und Schleim sind freilich verschwunden, aber die unlöslichen, Cellulose und Stärke, gaben das Material her. Denn abgesehen von der Faserkohle, welche offenbar aus Trümmern untergegangener Coniferenwälder besteht, die meist immer an der Schieferkohle Theil haben, zeigt nach Hutton selbst die compacteste Kohle Northumberlands kein pflanzenartiges Zellgewebe, zwischen welchem eine zweite Art von Zellen bituminöser Natur sitze, die sich beim Verbrennen schon verflüchtigen, noch ehe die übrige Kohle angegriffen wird. Ja entfernt man nach Göppert's Beobachtung mit Salpetersäure das Kali und seine Salze, damit sie im Feuer behandelt mit der Kieselerde nicht zusammen schmelzen können, so finden sich in der Asche selbst der dichtesten

Kohle Parenchym- und Prosenchymzellen. Schulze weist noch Cellulose nach. Es fällt freilich auf, daß in den Kohlen selbst sich so wenig Pflanzenabdrücke zeigen, allein sie fehlen nicht ganz, auch mögen sie durch den Verkohlungsprozeß verwischt sein. Daß der Verkohlungsprozeß Pflanzenstructur mit Leichtigkeit dem Auge entziehe, das zeigen die Pechkohlenstämme des weißen Keupersandsteins in Schwaben: ihr äußerer Umriß und die lenticellenartigen Eindrücke ihrer Oberfläche deuten den Baumstamm unwiderleglich an, aber innerlich ist die ganze Masse so homogen, daß man mit der Loupe vergeblich nach den Spuren der Holzstructur sucht. Und doch ist dies nur Pechkohle, die Glanzkohle scheint noch mehr Zerstörungskraft besessen zu haben.

Ueber den Kohlenschichten liegen dagegen die Pflanzen in großen Massen angehäuft; unter ihnen herrschen die Sigillarienstämme, zu welchen die Stigmarien die Wurzel gebildet haben sollen. Araucariten und Calamiten stehen in Beziehung auf Menge in zweiter Linie. In dritter Farren und Lepidodendren. Ja in neuern Zeiten spricht man auch von Sporen und Sporangien, die wesentlich zur Anhäufung beigetragen hätten. Der Schieferthon, in welchen die Flötze eingebettet sind, scheint häufig sogar der Boden gewesen zu sein, worauf die Pflanzen wuchsen: denn wenn die Beobachtung der englischen Bergleute richtig ist, daß die wurzelartig verzweigte Variolaria bei Newcastle wiederholt unter den Kohlenflözen unverletzt ihre Stelle einnimmt, und wenn ferner es keinem Zweifel unterliegt, daß sie die Wurzeln von den Sigillarien waren, so bildete der Schieferthon den alten Waldboden. Die Stämme selbst wurden zerstört und gaben das Material zur Kohle, während die schwimmenden Blätter und Hölzer im Schieferthon über den Kohlen ihr Lager fanden. Jedenfalls weist die Schieferkohle auf ruhigen Absatz hin. Nun hat zwar Chevandier ausgerechnet, daß unsere Wälder 9 Jahre an dem Kohlengehalt des Luftprismas der Atmosphäre zu zehren hätten, und daß 100 Jahre dazu gehören würden, um auf der Waldfläche eine Steinkohlenschicht von 7 Linien (16 Millimeter) zu erzeugen: eine einzige Kohlenschicht von 1 Fuß Mächtigkeit hätte nach solchen Daten schon 2000 Jahre Zeit verlangt. Allein mögen auch diese Voraussetzungen nicht ganz richtig sein, so kommt man bei der Mächtigkeit der Kohlen immerhin zu Zeitläufen von schwindelnder Größe. Um die Zeiträume doch nicht gar zu groß zu erhalten, nahm schon A. Brongniart an, daß die Atmosphäre der Steinkohlenzeit reicher mit Kohlensäure geschwängert war, als die heutige: ein feuchtes tropisches Inselklima mochte die Sache beschleunigen. Auch ist die Natur der Pflanzen sehr in die Wagschale zu legen: es sind vorherrschend kryptogamische Gefäßpflanzen mit Mangel an Holzgefässen und Vorherrschen eines schwammigen Zellgewebes, was der Axe nicht genug Festigkeit gewährte, schwere Zweige zu tragen. Solche Stangenwälder bedurften nicht wie unsere Hölzer Jahrhunderte, sondern wenige Monate reichten hin, um die Sumpffläche mit einem dichten Waldgrün zu decken. So schnell das emporschoß, eben so schnell sank es in sich

wieder zusammen: in kürzerer Zeit als heute häuften sich Pflanzenreste an, welche dann von Strömen tiefern Stellen zugeführt und ausgebreitet wurden. Auch konnte etwas wie Torfbildung die Sache beschleunigen.

Bei der Grobkohle, wie wir sie oben festgestellt haben, wirkten vielleicht Anschwemmungen großer Ströme mit, darauf scheint schon das Durcheinander im Lager der Kohlensubstanz hinzuweisen. Wie noch heute in den Deltaländern sich Massen von Vegetabilien in den Grund versenken, besonders wenn sie wie der Mississippi aus Urwäldern herkommen, so wird es auch bei jenen ersten Landbildungen nicht an fortführenden Kräften gefehlt haben. Wenn noch zur Diluvialzeit die sogenannten „Adamshölzer" am Eismeer ihren Weg bis zu Gegenden fanden, wo heutiges Tages die Vegetation aufhört, so wäre es gegen alle Wahrscheinlichkeit, wenn man nicht auch schon früher solche Anhäufungen annehmen sollte. Die Dicke der Kohlenschicht darf daher nur bedingt als Zeitmaß genommen werden.

Practisch unterscheidet man die Kohlen nach ihrem Verhalten im Feuer. In England hauptsächlich vier Sorten:

1. Caking-Coal (Backkohle, Houille grasse) schmelzen und backen zu einem schwammigen Coaks, welcher grauen metallischen Glanz hat. Selbst zu Pulver gestoßen, backen sie wieder zusammen, und fließen wie Lava aus dem Ofen.

2. Splint-Coal (Houille sèche), bläht sich beim Erhitzen nicht, sintert höchstens zusammen (Sinterkohle), es ist die Kohlenstoffreichste und Bitumenärmste, sie wird daher nicht zur Gasbereitung benutzt, kann aber gleich direct zur Schmelzung des Eisens und Heizung von Dampfmaschinen angewendet werden.

3. Cannel-Coal (Houille maigre), eine dichte Kohle mit mattem Bruch, schmutzt aber nicht. Sie ist sehr reich an Bitumen, brennt mit der stärksten Flamme, läßt aber nur Asche und keine Coaks zurück.

4. Cherry-Coal ist sehr bröcklich, zerfällt beim Druck zu Sand, welcher die Luftwege stopft. Muß daher beim Gebrauch mit Splintkohle gemischt werden. Im Mittel geben die Kohlen 64 p. C. Coaks.

Technisch und nationalökonomisch ist die Steinkohle nicht blos wichtig, weil sie ein Brennmaterial gibt, was nicht auf der Erdoberfläche vorher zu wachsen braucht: sondern mit Steinkohlenfeuer kann auch der größte Effect erreicht werden. Die Brennkraft guter Kohle ist dreimal stärker als die von Buchenholz, und 1 Cubikfuß Kohle kommt 7 Cubikfuß Buchenholz gleich. Der Effect der Hitze hängt lediglich von der Menge Kohlenstoff ab, welcher in einer gewissen Zeit verflüchtigt wird: nun brennen die Holzkohlen dem Volumen nach zwar schneller als Coaks, der Masse nach aber langsamer. Die vorherige Verkoxung hat den Zweck, schädliche Theile, wie Schwefel im Schwefelkies, wegzuschaffen, Gase zu entfernen, die bei ihrer Expansion nicht blos Wärme binden, sondern bei Hochöfen auch den Desoxydationsproceß stören. Auf 1 Ctr. Roheisen wird 1½ Ctr. Coaks, zuweilen noch weniger gerechnet.

Bei der Gewinnung vermeidet man es so viel als möglich, daß die Stücke zerbröckeln, denn im Handel unterscheidet man zwischen Stückkohle und Kohlenklein. Das Kohlenklein ist nicht blos für den Zug bei der Feuerung nachtheilig, sondern bewirkt auch, daß die aufgehäuften Kohlen sich erhitzen und sogar entzünden. Denn da den Kohlen meist etwas Schwefelkies im fein vertheilten Zustande beigemischt ist, so oxydirt sich derselbe beim Zutritt der Luft. Dabei wird Wärme frei, und wird diese nicht durch Luftwechsel entfernt, so steigert sie sich bis zum Anzünden. Die Kohlenbrände bilden einen der größten Feinde beim Abbau. Man rechnet in Amerika 20 p. C. Kohlenklein, das bisher verloren ging, jetzt aber in besondern Fabriken mit Lehm und Kalkmilch in rundlichen Formen von der Größe eines Hühnereies zu Gute gemacht wird, Berg. Hüttzt. 1875. 169. Bei der Londoner Gewerbe-Ausstellung war ein Kohlenblock von 270 Ctr. aus Staffordshire, einer von 325 Ctr. aus Südwales, sogar einer von 500 Ctr. aus Derbyshire.

Der Vorrath von Kohlen im Innern der Erde ist unerschöpflich. **England** steht in dieser Beziehung oben an, und verdankt ihnen einen großen Theil seines industriellen Uebergewichts. Es gewann schon 1852 740 Millionen Centner, am Ausgangsorte 10 Mill., am Consumtionsorte 20 Mill. Pfund Sterling werth! Die Kohlenfelder nehmen über 500 Quadratmeilen, also fast den 10ten Theil des Landes ein. In dem Decennium 1851—1861 schätzt man die Ausbeute auf 605 Millionen Tonnen! 1873 erreichte es seinen Höhenpunkt mit 127 Mill. Das berühmteste Feld von Northumberland und Durham, worauf Newcastle liegt, versieht London, was allein über 70 Mill. Ctr. bedarf. An der Meeresküste ist es zur Ausfuhr besonders günstig gelegen, welche allein gegen 1400 Schiffe beschäftigt. Ja in diesen nördlichen Grafschaften sollen mehr Personen unter als über der Erde leben. Man zählt 40 Flöze von einer Gesammtmächtigkeit von 44′, worunter zwei Hauptflöze, das High Mine- (6′) und Law Mine-Flöz ($6\frac{1}{2}$′), am meisten in Angriff genommen sind. In Centralengland versammelt besonders Dudley bei Birmingham die großen Eisenwerke um sich. Von 11 bauwürdigen Flözen ist das mittlere 30′—40′ mächtig und erstreckt sich über einen Raum von 60 englischen Quadratmeilen. Das erst später bekannter gewordene Südwalliser Kohlenbecken übertrifft an Reichthum noch alle, man rechnet auf 1 Morgen (Acre) 2 Millionen Centner. Viele Schichten über einander sind 3′ bis 9′, das mächtigste sogar 20′. Im Südschottischen Kohlengebirge bei Paisley westlich Glasgow haben 10 Lager über einander eine Gesammtmächtigkeit von 100′. Hull (The Coal. Fields of Great Britain 1873) nimmt an, daß wenn man mit dem Abbau bis auf 4000′ hinabgehe, noch 140,000 Mill. Tons Vorräthe vorhanden sind, die etwa 1200 Jahre ausreichen! Freilich gibt es auch Hauptreviere, die in 100—200 Jahren ausgebeutet sein werden; was dann?

Preußen hat in Deutschland und auf dem Continente den wichtigsten Antheil an der Kohlengewinnung: 1852 wurden über 103 Mill. Ctr.

gefördert (26 Mill. Tonnen à 4 Ctr. Preuß.), der Ctr. 9 kr. am Gewinnungsort. Sie haben eine Brennkraft von 10 Mill. Klafter Kieferholz, deren nachhaltige Hervorbringung 1200 Quadratmeilen, also mindestens $\frac{1}{5}$ der Monarchie, verlangen würde. 1860 über 212, 1875 668 Mill. Centner. Nach Göppert ist Oberschlesien das reichste Kohlenrevier in Europa, von Tost bis Alvernia 14 Meilen lang, und von Hultschin bis Lierwiz 12 Meilen breit. Die Kohlen liegen in der Ebene, und gehen an vielen Stellen zu Tage aus. Das Xaveryflöz bei Bendzin in Polen 5—7 Lachter (sogar bis 60') mächtig, wird durch Tagebau getrieben. Die Königsgrube in Preußen förderte 1842 aus 4 Flözen von 4'—15' Mächtigkeit 300,000 Tonnen Preuß. Das Niederschlesische Kohlengebirge liegt auf dem Gebirgssattel von Waldenburg zwischen dem Riesengebirge und den Sudeten: die Fuchsgrube baut auf 19 Flözen, hat einen schiffbaren Stollen und lieferte 1844 355,000 Tonnen Kohlen. Porphyre haben das Gebirge gehoben und zerrissen. Oestreich fand auf der Böhmischen Seite bei Schatzlar und Schwadowitz zwar auch eine Reihe von Flözen, aber minder günstig (Jokéli Jahrbuch Geol. Reichsanst. XII. 1862. 169). Am Rhein liefert besonders die Grafschaft Mark (Dortmund) die für Südwestdeutschland so wichtige Ruhrkohle. Bei Essen wird sie unter der Kreide verfolgt, und hängt vielleicht unterirdisch mit der Kohle von Ibbenbühren zusammen. Selbst im Rheinthal bekommt man immer mehr Hoffnung sie zu finden. Sie setzt dann nördlich des rheinischen Schiefergebirges auf der linken Rheinseite über Aachen, Eschweiler, durch die Südspitze von Holland, wo sie neuerlich bei Heerlen erbohrt wurde, nach Belgien fort. Südlich vom Hundsrücken zeichnet sich das Kohlenbecken von Saarbrücken durch seinen ungeheuern Reichthum aus. Unter mächtigen rothen Sandsteinen liegen zwischen Völklingen an der Saar und Bexbach in Rheinbayern 5 Meilen lang 167 verschiedene Flöze, darunter das Blücherflöz 14' mächtig. 77 Flöze von 2'—14', zusammen 238' mächtig, werden abgebaut, würde man auch die kleinern mitzählen, so käme eine Gesammtmächtigkeit von 375' heraus. Der Preußische Antheil zwischen Saar und Blies beträgt allein über 800,000 Millionen Ctr.! Davon wurden früher jährlich 9, später 36 und 1874 schon gegen 97 Mill. Ctr. gewonnen. Bayern hat bei Bexbach und St. Ingbert nur einen geringen Antheil daran, etwa 3 Mill. Ctr., das anschließende Lothringen 7,7 Mill., so daß 1875 das ganze Saarbecken 102 Mill. Ctr. förderte, wozu 259 Dampfmaschinen mit 11,878 Pferdekräften und 569 Grubenpferde gehörten. In

Belgien, wo $\frac{1}{22}$ der Grundfläche den Steinkohlenfeldern angehört, woraus 1858 über 180, 1874 etwa 340 Mill. Centner gefördert wurden, sind die Flöze durch die Hebung des rheinischen Schiefergebirges sehr zerrissen, selbst zickzackförmig gebogen, was den Abbau sehr erschwert, und die Werke reichen über 1000' unter den Meeresspiegel. Bei Lüttich zählt man 61, bei Bergen sogar 115 bauwürdiger Flöze von 1'—3' Mächtigkeit. In

Frankreich verdeckt die Kreideformation diesen Kohlenzug, allein unter der Kreideformation wird das kostbare Material wie in Westphalen noch gewonnen: in der Umgegend von Valencienne standen schon frühzeitig 4000 Hüttenwerke mit Kohlen in Betrieb. Es setzt von hier wahrscheinlich quer durch das Meer unter London weg nach Südwallis fort (Epoch. Nat. pag. 240). Das wichtigste Kohlenbecken Frankreichs ist jedoch das Revier der Loire (Rive de Gier und St. Etienne) südwestlich von Lyon, was allein $\frac{2}{5}$ der französischen Kohlenausbeute liefert. Die 6,2 Meilen lange Mulde ist zwischen krystallinisches Urgebirge eingeklemmt. Auf der Loireseite kommen 12 Flöze von 150′ Mächtigkeit vor, drei messen 18′, 30′ und 50′, das mittlere allein soll sogar stellenweis 100′ erreicht haben. St. Etienne steht mitten auf diesem Kohlenreichthum, aber unter der Stadt darf nicht gebaut werden. Die aufrechten Sigillarienstämme in den dortigen Sandsteinbrüchen sind längst berühmt. Selbstkosten war früher für den Centner 7 kr. Das Revier des Centrumkanals (Creuzot und Blancy) liegt westlich Chalons sur Saone, wo der Kanal beginnt und zur Loire geht. Die Wasserscheide im Kohlengebirge versammelt in einem künstlichen Bassin die Kohlenschiffe. Das große Eisenwerk Creuzot sichert allein eine jährliche Consumtion von $1\frac{1}{2}$ Mill. Centner, und ob es gleich sein Erz als Bohnerz aus der Juraformation und aus dem Alluvialboden des Berry bezieht, so liefert es doch die Anker und riesigen Maschinen für die Häfen von Marseille und Toulon. Es ist aber auch eine der mächtigsten Kohlen auf Erden. Das Flöz von Creuzot ist in der Streichungslinie auf 1000—1700 Meter bekannt, und 20 bis 60 Meter mächtig. Bei Montchanin geht sogar ein Querschlag 110 Meter lang ununterbrochen in der Kohle fort, und da das Flöz ungefähr 45° einfällt, so ist es 77 Meter = 237′ mächtig. Freilich verändert sich das bald wieder, doch wird die durchschnittliche Mächtigkeit immerhin 25 Meter = 77′ angegeben! Man hat dieses Flöz über 1 Stunde weit (4000 Meter) verfolgt. Nach der Breite der Mulde und dem Einfallswinkel der Schichten wurde der tiefste Punkt auf 27,000′ berechnet, allein directe Erfahrungen bei Saarbrücken haben in neuern Zeiten gezeigt, wie trügerisch solche Berechnungen sind. Frankreich hat außerdem noch mehr als 40 kleinere Kohlenreviere, häufig zwischen Urgebirge eingeklemmt, ist aber dennoch im Ganzen arm zu nennen, denn es gewinnt jetzt kaum mehr als das kleine Belgien, 1870 etwa 378 Mill. Ctr. Auch das

südliche Deutschland theilt dieses Schicksal. Zwar tritt wie an den Vogesen, so auch am Schwarzwalde Kohlengebirge in ausgezeichneter Deutlichkeit zu Tage, wie an der untern Murg, im Gebiete der Kinzig bei Zunsweier und Schramberg, aber unter der Last des Buntensandstein können die vielleicht kohlenreichen Glieder nicht recht zu Tage treten. Nur auf badischem Gebiet im Hagenbach findet sich ein kleiner Kohlenbergbau. Das Kohlengebirge ist etwa 480′ breit zwischen Gneis eingeklemmt, man zählt 6 Flöze, darunter Nester von 18′ Mächtigkeit (Epochen der Natur pag. 416). Auch am Südrande des Frankenwaldes und

längs des Böhmer- und Bayerischen Waldes tritt das Kohlengebirge an verschiedenen Stellen zu Tage: bei Stockheim im nördlichen Bayern und in dem anliegenden Meiningischen Gebiet Neuhaus wird Bergbau darauf getrieben (Leonhard's Jahrb. 1853. 1), die geringste Mächtigkeit des Kohlenflözes beträgt 6', allein die Kohle hat so viel Schwefelkies, daß sie erst gewaschen werden muß, bevor man sie zu metallurgischen Prozessen verkoxen kann. Der kleinen Becken im Thüringer Wald (Manebach), am Harze (Wettin, Löbejün, Opperode, Meisdorf, Ihlefeld) nicht zu gedenken. Solche vereinzelte Erscheinungen des ächten Kohlengebirges führen zu der Vermuthung, daß im kohlenarmen südwestl. Deutschland das reichere Becken unter dem Buntensandsteine verborgen liege. Doch ist bis jetzt alles Bohren vergeblich gewesen. Das

Königreich Sachsen hat zwar nur drei kleine, aber ausgezeichnete Ablagerungen am nördlichen Rande des Erzgebirges: 1) Zwickau an der Mulde mit 8—9 Flözen im Durchschnitt je 6—8' stark, das sogenannte tiefe Planitzer Flöz ist 20—24', das Rußkohlenflöz sogar 30' mächtig. Gewann 1856 schon 15 und 1871 schon 40 Mill. Ctr. Der Erdbrand auf dem linken Muldeufer südlich von Planitz bei Zwickau, „wo der Erdboden so warm ist, daß längere Zeit ein Treibhaus für exotische Pflanzen darauf angelegt war", stand seit Agricola (de ortu et causis Subterraneorum lib. II. pag. 505) in hohem Ruf: mons carbonum, qui abest a Zuicca oppido ad duo millia passuum, ardet. Cum enim suo tempore vireat, tamen semper continet in se ignem comburentem saepe numero substructiones eorum qui id genus bitumen effodiunt; interdum betullas, quibus mons est vestitus, me autem puero per aliquot dies magno arsit incendio. Jetzt ist der Brand längst bewältigt, man sieht nur noch an den Bergen rother Schiefer, wie weit er einst um sich gegriffen hat. 2) Im Chemnitzer Revier unterscheidet Naumann eine ältere Kohle bei Ebersdorf und Haynichen, und eine jüngere bei Flöha, Niederwiesa, Gickelsberg. Bohrversuche haben in neueren Zeiten bei Lugau günstige Erfolge gehabt. 3) Das Döhlener Bassin im Plauischen Grunde bei Dresden, zwar nur mit 4 Flözen, das bedeutendste aber in einer Mächtigkeit von 12'—20'. Im Ganzen wurden 1872 gegen 59 Mill. Ctr. gewonnen, während auf ganz Deutschland 666 Mill. Ctr. fallen, woran Preußen mit 590 Mill. Theil hatte, Schaumburg-Lippe 2 Mill., Baden nur 234,300 Ctr., Berg. Hüttzt. 1875. 192.

Oestreich gewann 1842 nur 12 Mill. Centner Stein- und Braunkohlen zusammen, worüber eine lehrreiche Uebersicht in den „Tafeln zur Statistik der östreichischen Monarchie für das Jahr 1842" zusammengestellt ist. Seit der Zeit hat es aber bedeutende Fortschritte gemacht, 1858 waren es schon 29 und 1874 über 90 Mill. Ctr. Steinkohlen allein. Das Hauptsteinkohlenfeld, durch Graf Caspar von Sternberg so bekannt geworden, liegt in Böhmen im Gebiet der Beraun zwischen Prag und Mies, ein anderes bei Brünn in Mähren. Im Banat zu Porkar 2c.

kommt im Lias eine Kohle vor, welche man in Stücken von 3—4 Ctr. gewinnen kann, sie ist nicht backend, und soll an Heizkraft selbst die beste englische Steinkohle übertreffen, sich ganz besonders zur Feuerung von Dampfschiffen eignen, was der Entwickelung der Dampfschifffahrt auf der Donau sehr zu Statten kommt.

Rußland hat in seinem großen europäischen Centralbecken nicht blos ausgezeichneten Bergkalk, sondern darin auch die beste Kohle: am Donetz sind schon 225 Flöze über einander nachgewiesen, die im Durchschnitt eine Mächtigkeit je von 2′ haben. Im Wolga-Donbecken sollen von 297 Flözen 98 abbauwürdig sein, und 22 Milliarden Pud Kohle enthalten. Es erinnert dieser Reichthum an den Oberschlesischen. Er setzt auch auf die Nordküste von Kleinasien über, wo die Türken an den Küsten des schwarzen Meeres bei Tyrla-Asy (Eregli, Heraclea pontica) Kohlenflöze von 120 Zoll Mächtigkeit ausbeuten (Ztschr. d. geol. Ges. IV. 96). Neuerlich haben sie sich auf beiden Abhängen des Ural in und unter dem Bergkalk gefunden (Pander, Verhandl. Mineral. Gesellsch. Petersb. 1862).

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika treten hauptsächlich 4 gewaltige Kohlenfelder auf, die auf Uebergangsgebirge und Bergkalk lagern. Es gewann 1874 schon 1000 Mill. Ctr., wovon fast die Hälfte Anthracit; ist also nächst England der productivste Staat. Am größten unter allen das

Appalachische Kohlenfeld in Pennsylvanien, Ohio und Virginien schließt sich mit seinem südöstlichen Flügel unmittelbar an das Alleghanygebirge an, ist hier gehoben, gefaltet und zerschlagen, reicht dann aber nach Westen in einer Breite von 36 Meilen über den Ohiokanal hinaus, seine Länge beträgt aus der Gegend von Bloßburg im nördlichen Pennsylvanien bis Huntsville in Alabama gegen 150 Meilen, und das Oberflächen-Areal über 2500 deutsche Quadratmeilen. In den Urwäldern der drei großen schiffbaren Ströme Alleghany und Monongahela, die bei Pittsburg den Ohio bilden, streichen überall die horizontalen Kohlenflöze an den Abhängen der Ufer nahe am Rande des Wassers zu Tage. Das berühmte Pittsburger Flöz am Ohio von 10′ Mächtigkeit mit den besten bituminösen Kohlen kann man auf 10 deutsche Meilen weit den Monongahela hinauf bis Brownsville verfolgen. Die Kohlenwagen liefern aus ihren horizontalen Gängen die Ladung unmittelbar in die Barken, welche am Flußufer vor Anker liegen. Bequemer konnte es die Natur nicht bieten. Die amerikanischen Geologen machen die interessante Bemerkung, daß die horizontal gelagerte Kohle im Westen bituminös sei, je näher aber den Bergen, desto mehr nimmt der Bitumengehalt ab, in den Bergen selbst kommt der ausgezeichnetste Anthracit vor, wie z. B. Pottsville am Shylkill westlich Philadelphia: 13 Flöze folgen nach einander in senkrechter Schichtenstellung, worunter einige 8′—10′ mächtig, die Kohle schmutzt nicht, und die Schornsteine der Fabriken rauchen nicht. Auf der Lehigh-Summit-Grube haben sich sogar mehrere Flöze zu einer 50′ dicken Masse geschaart. Nicht minder bedeutend ist das

Illinois-Kohlenfeld, bei St. Louis das Mississippithal erreichend, im Süden vom Ohio und im Norden vom Mississippi durchschnitten gleicht es einer Ellipse von 65 Meilen Länge und 50 Meilen Breite, so groß als die Insel Brittannien. Owen zählt 7 gute und 10—12 schlechte Schichten. In den obern Schichten kommen Kohlen vor, woran man die Holzstructur noch so gut sehen kann, wie an Holzkohle. Mitten zwischen beiden Feldern liegt die Silurische Kalkstein-Insel von Cincinnati, mit ihren Gipfeln 1400′ über dem Meere, während genau nördlich von dieser Centralinsel sich das dritte

Michigan-Kohlenfeld zwischen Michigan- und Huronen-See gegenüberlegt. Alles ist in diesen großen Kohlenfeldern mit bewunderungswürdiger Regelmäßigkeit abgelagert, gewöhnlich über dem Kohlenflöz die Blätter und Stämme, und unter ihm die Wurzeln (Variolarien). In dieser Beziehung ist besonders das vierte

das Neuschottische Kohlenfeld instructiver, als irgend eines auf dem Continent, da in der durch seine Hochfluthen so berühmten Fundy Bay und nördlich von der Halbinsel Neuschottland die Kohlenformation an das Meer stößt. Sydney, die Haupthafenstadt von Cape Breton, liegt im Herzen der Steinkohlenflöze, die so gut sind, als die besten von Newcastle, vier davon von 4′—7′ Mächtigkeit werden abgebaut. Lyell beobachtete 1842 in der Fundy Bay zehn über einander stehende Wälder, Brown an der Küste von Cap Breton sogar 17 Stockwerke stehender Bäume! Man kann bei dem zerschnittenen Terrain die Erscheinung auf viele Stunden Entfernung verfolgen, so daß darüber kein Zweifel sein kann. Die amerikanischen Geologen haben nun sogar vermuthet, die drei Centralkohlenfelder hätten vielleicht einst zusammengehangen, und wären erst durch Fluthen von einander getrennt, dann hätte der alte Kohlenwald eine Fläche von 150 Meilen Breite, und am mindesten 20,000 Quadratmeilen bedeckt. Immerhin beträgt in den 12 Staaten, welche hauptsächlich Kohlen produciren, das Kohlenareal 133,000 englische Quadratmeilen, oder $\frac{1}{4}$ der ganzen Fläche. Das können unmöglich Anschwemmungen sein. Wunderbar genug kehrt die Steinkohlenbildung an den nördlichsten Spitzen und Inseln Nordamerika's wieder, wie die Inseln Melville, Grinnel ꝛc. beweisen. Auch Vancouver's Eiland im Westen, und Chili, Peru im Süden haben Kohlen, von Spanien und der Türkei, von Korea, China, Japan, Borneo, Port Hunter in Neu-Südwallis nicht zu reden. Endlich drängt sich am Schluß noch die Frage auf, was wir Steinkohlen und was wir Braunkohlen nennen sollen. Chemisch in der Behandlung mit dem Löthrohr oder mit Kali kann man sie in einzelnen Fällen zwar sicher entscheiden, aber im Ganzen nicht, so leicht es auch der Technik wird, das Brauchbare herauszufinden. Selbst das Vorhandensein von freier oder an Ammoniak gebundener Essigsäure pag. 898 in den Destillationsproducten wird man nicht als absolutes Merkmal nehmen wollen. Mineralogisch stellte man früher alles zur Steinkohle, was keine Holzstructur zeigte und

schwarzen Strich hatte. Indeß da es auch ausgezeichnete Braunkohlen der Art besonders in der Molasse gibt, so wurde vielfach confundirt. Daher hält man am besten am geognostischen Unterschiede fest, und nennt alles Kohl der secundären Formation bis zur Kreide Steinkohle, und alles der tertiären Braunkohle. Dann sind die Steinkohlen zwar am ausgezeichnetsten in der Steinkohlenformation, allein man findet auch mehrere Lagen im Keuper, besonders in der Lettenkohle zwischen Muschelkalk und Keuper. Zwischen Keuper und Lias lagert in Franken ein kleines Kohlengebirge, welches an der Theta bei Bayreuth und bei Helmstedt im Braunschweigischen früher abgebaut wurde. In diese Region gehören auch die Kohlen in Oestreich unter der Enns, die sich längs dem Nordsaume der Alpen bis nach Fünfkirchen in Ungarn fortziehen: Waidhofen a. d. Yps, Großau, Lilienfeld, Grünbach. Die Kohle gleicht äußerlich der besten Schieferkohle, ist aber außerordentlich bituminös, und gibt daher ganz poröse Coaks. So sehr sie daher in dieser Beziehung von der Braunkohle abweicht, hat sie doch schon einen etwas braunen Strich, wie man ihn bei der wahren Steinkohle nicht findet. In England bei Scarborough und Brora kommt eine brauchbare Kohle im braunen Jura vor. Geognostisch bekannt sind die Kohlen in der Wälderthonformation, welche zu Preußisch-Minden, am Deister im Bückeburgischen, zu Neustadt am Rübenberge ꝛc. abgebaut werden. Besondern Vortheil zieht Hannover davon (Epochen der Natur pag. 611). Die Indische Kohle am Dammuda nordwestlich Calcutta soll zum Lias gehören, sie ist schiefrig, und hat wegen der Menge Asche viel geringern Werth, als unsere Steinkohlen. Es scheint in Asien der Kohlen-Schwerpunkt nach oben gerückt zu sein, denn auch die Kohlen von Persien, am Kaukasus, im südlichen China, Neuholland ꝛc. sollen der Jurazeit angehören. Im Thale des Ili bilden sie überall Erdbrände, welche Salmiak erzeugen, und die es wahrscheinlich machen, daß die vermeintlichen Vulkane Turfan und Ho-tschen im Thianschan, welche den Chinesischen Salmiak pag. 680 liefern, nichts als brennende Jurakohlen sind, Jahrb. 1876. 517.

b) Braunkohle.

Der Name wurde von Werner passend nach der braunen Farbe gegeben. Die Franzosen begreifen sie unter Lignites, weil häufig die Holzstructur noch sicher erkannt wird. Die englische Bovey Coal von Bovey Tracey in Devonshire gehört dahin. Leider ist sie für Hochöfen und Puddelfrischerei nicht brauchbar.

Es ist die Kohle der Tertiärformation, welche im Pariser Becken bereits im untersten Tertiärgebirge unter dem Grobkalk beginnt, in Deutschland aber meist dem mittlern Tertiär beigezählt werden muß. Pflanzenreste sind in ihr in Menge angehäuft und erkennbar. Die braune Farbe deutet entschieden einen geringern Veränderungsgrad als bei der Steinkohle an. Braunkohlen enthalten meist weniger Bitumen als fette

Steinkohlen, und geben keine guten Coaks. Uebrigens ist wie beim Holz je nach der Feuerung das Ausbringen von Kohle sehr verschieden: schnelles Feuern gibt weniger Kohlenrückstand. Schon Klaproth vermuthete unter den Destillationsproducten branstige Holzsäure, was sich später bestätigt hat. Dr. Kremers glaubte in der Essigsäurebildung den scharfen Unterschied von der Steinkohle zu finden pag. 898. Uebrigens ist nicht zu vergessen, daß auch die Steinkohle im Gouvernement Tula den gleichen Charakter annimmt. Man kann sie nur in ihren Varietäten einigermaßen festhalten.

1. **Muschelige Braunkohle** (Pechkohle, edle Braunkohle) hat noch ganz das Aussehen einer ächten Steinkohle, doch ist sie nicht so bituminös, riecht beim Verbrennen unangenehmer, und hat einen braunen Strich, oder theilt doch wenigstens der Kalilauge eine dunkelbraune Farbe mit. Gew. 1,2. Sie scheidet sich in der gemeinen Braunkohle nesterweis aus, bildet dünne Flöze in der Molasse (St. Gallen mit Planorbis, Kaufbeuren), am Saume der Alpen (Peißenberg, Miesbach, Heering). Ihr Glanz gleicht meist dem der Pech- oder Cannelkohle. Doch liegen auch Partien der deutlichsten Glanzkohle darin. Am Meißner, wo sie mit Basalt in Berührung kommt, wird sie sogar fast noch stärker glänzend, als der Glanz der glänzendsten Steinkohle. Der Basalt erzeugte dort auch die viel genannte Stangenkohle pag. 903. Jene geschichteten in den Voralpen können beim ersten Anblick mit Schieferkohle des Steinkohlengebirgs verwechselt werden, aber die zwischenliegende Faserkohle tritt zurück. Auch haben sie eine vorherrschende Neigung, Blätterkohle zu werden, in welcher die Schichtung viel dünner und bestimmter ist (Molasse bei Ißny). Bemerkenswerth sind die bituminösen Hölzer (Rott im Siebengebirge bei Bonn), welche im Längsbruch matt schimmern und die deutlichste Holztextur zeigen, im Querbruch dagegen einer Pech- bis Glanzkohle gleichen. Diese scheinbar homogene Textur stellt sich öfter auch bei Früchten und andern Pflanzenresten auf frischen Bruchflächen ein. Die Analysen weichen sehr ab: Gräger gibt in der Glanzkohle vom Meißner 82 C, 4,2 H, 5,9 O an, in der Pechkohle dagegen über 62 C, 5,5 H, 18 O.

2. **Moorkohle** ist die gemeinste aller Braunkohlen. Derb mit ebenem Bruch und glänzendem Strich, hat aber so viel Feuchtigkeit, daß sie in den Sammlungen aufberstet. Verhärtete Stücke und Lagen heißen Knorpel. Farbe schwarz wie Moor (Buxweiler), häufig aber auch stark ins Braune (Salzhausen). In ihren reinsten Abänderungen erscheint sie wie fein zermalmtes Holz, das schlammartig vertheilt wieder zusammenbackte. Sie dient den Hölzern, Blättern, Früchten ꝛc. als Lagerstätte, und erinnert durch ihr Aussehen lebhaft an Torfbildung. In den tiefern Seegegenden zwischen Halberstadt und Aschersleben wird sie stellenweis als schwarzer fließender Schlamm aus dem Boden geschlagen; am höhern Ort fällt sie dagegen an der Luft zur Erde (Erdkohle, erdige Braunkohle), wie z. B. zwischen Halle und Eisleben, sie wird dann mit Wasser an-

gemacht, geknetet, in Formen gestrichen, an der Luft getrocknet, und so zur Feuerung angewendet. Trotz dieses erdigen Aussehens ist der Aschengehalt, so lange sie keine Schichtung zeigt, nicht übermäßig. Klaproth (Beitr. III. 319) bekam bei der erdigen Braunkohle von Schraplau bei Eisleben 11,5 p. C. Asche, gewöhnlich beträgt sie aber noch weniger. Mit mäßig starker Aetzlauge digerirt „scheint sich fast die ganze verbrennliche Substanz derselben gleichsam zu einer flüssigen schwarzen Kohle aufzulösen, mit 16 Theilen Wasser verdünnt und filtrirt erscheint die Flüssigkeit immer noch mit gesättigter dunkel schwarzbrauner Farbe.“ Man benutzt sie zu einem braunen Farbemittel der Haare (Elsner chem. techn. Mittheil. IX. 77).

3. **Bituminöses Holz** kommt in ganzen Stämmen mit mehr oder weniger erhaltenen Verästelungen besonders in die Moorkohle eingebettet vor. Stehen diese Stämme aufrecht, so sind sie weniger verdrückt, als wenn sie liegen. Ihre Textur ist noch so deutlich, als bei lebenden Hölzern, sie lassen sich sägen und spalten, und werden in manchen Gegenden zerstückelt wie Holz zu Markte geführt (Riestedt). Die schwarzen Hölzer zeigen nicht selten auf dem Querbruch einen deutlichen Ansatz von Verkohlung, bei den nußbraunen (Salzhausen) ist es jedoch weniger der Fall. Letztere sind schwimmend leicht, können wie Holz gehobelt und geglättet werden. Trotz dieser Wohlerhaltenheit konnte doch schon Hattchet in den Hölzern von Bovey kein Kali mehr finden. Die zerreiblichen geben eine schöne braune Farbe (Cölnische Umbra), und beweisen, daß der größte Theil der dichten Braunkohle nichts als ein solches Reibungsproduct sei, wie es bereits ältere und neuere Naturforscher (Hartig) ansehen. Es sind darunter Laub- und besonders Coniferenhölzer. Letztere gehören aber nicht mehr bei uns lebenden an, sondern meist Thuja- und Cypressenarten von riesenhafter Größe. Einigen Ruf hat in dieser Beziehung die Grube Bleibtreu an der Hardt im Siebengebirge, die Stämme liegen mitten in der dortigen Moorkohle. Hr. v. Dechen erwähnt eines liegenden Stammes (Pinites ponderosus) von 39½′ Länge, 14—15′ Breite und 17″ Dicke, so stark war derselbe gepreßt. Seltener sind aufrechte Stämme, wie sie Nöggerath 1819 zuerst vom Pützberge bei Friesdorf auf der linken Rheinseite beschreibt, es war darunter ein Stamm mit Wurzeln von 12′ Durchmesser in der Brusthöhe. In neuerer Zeit fanden sich auf Bleibtreu in einem Raume von 22 Morgen 35 solcher Baumstämme von 2½—9′ Durchmesser, sie hatten noch deutliche Wurzelausläufer, und waren in einer Höhe von 12—16′ gewaltsam abgebrochen. Oefter findet man große Stämme daneben, „als wenn dieß Stücke des abgebrochenen Baums wären.“ Dr. Hartig (Botan. Zeitung 1853 pag. 604) hat die Jahresringe eines solchen aufrecht stehenden Stammes genau gemessen, und da die durchschnittliche Jahrringbreite $\frac{1}{47}$ Zoll betrug, das Alter auf mehr als 3000 Jahre geschätzt. „Solcher Braunkohlenflöze, wenn auch minder mächtig, finden sich dort dreizehn über einander. Da nun ohne Zweifel die Bäume an Ort und Stelle wuchsen, so gibt uns

das einen Maßstab des Alters. Denn das einzige erdige Hauptflöz ist schon 10′—14′ mächtig, und in der Mitte findet sich eine etwa 3′ dicke Lage, die fast ganz aus bituminösem Holze in großen Stücken und ganzen Stämmen besteht. Ein Theil desselben sieht frisch hellbraun aus, trocken wird es aber öfter im Querbruch schwarz wie Pechkohle. Die Analyse gab nur 1,24 Asche, 64,3 Kohlenstoff, 5,5 Wasserstoff und 29 Sauerstoff. In den Spalten des Jura, in der diluvialen Braunkohle von Uznach ꝛc. kommen ästige Hölzer vor, die noch ganz zähe Holzfaser zeigen.

Wie das Holz, so haben sich nun auch die verschiedensten Pflanzentheile erhalten: Bast, Tannenzapfen, Früchte aller Art. Die sogenannten „Kiefernadeln“ bestehen in Thüringen aus sehr deutlichen Gefäßbündeln von Palmenhölzern, die im Querbruch wie Pechkohle glänzen, und bei ihrer großen Verbreitung den besten Beweis für ein wärmeres Klima in jenen Zeiten liefern. Besonders reich an solchen Pflanzenresten ist die sogenannte

4. **Blätterkohle**, eine dünngeschichtete, biegsame, lederartige Substanz, die ihre zähe Consistenz hauptsächlich dem starken Bitumengehalte verdankt. Die Schieferung selbst rührt von der großen Beimischung von Thon her, so daß der Aschenrückstand oft mehr als die Hälfte beträgt. Zwar kommen in der obern Steinkohlenformation, im Posidonienschiefer des Lias ꝛc. Schiefer vor, die bei der Verwitterung ein höchst verwandtes Ansehen annehmen, allein bis zu dem Grade der Feinheit, als die Braunkohlenschiefer, zertheilen sie sich nicht. Ueberdieß scheinen auch mehrere dieser Blätterkohlen mit dem zarten Polir- und Klebschiefer in Verwandtschaft zu stehen, denn Ehrenberg wies in der Blätterkohle von Rott im Siebengebirge ebenfalls Kieselinfusorien nach. Wenn die Blätter ganz zart werden, heißt man sie wohl Papierkohle (Pappendeckel), und da solche in die bloße Flamme gehalten schon mit Gestank brennt, so belegte sie Cordier (Journ. de Phys. 1808. 277) mit dem Namen Dysodil, der sich in ganz dünnen grünlich grauen Blättchen im Kalkstein von Melili bei Syracus auf Sicilien fand, wo ihn die Einwohner Merda di Diavolo nannten. Das pappige verfilzte Wesen fällt in hohem Grade auf. Sie enthalten nicht blos Insekten, Fische, Frösche, sondern auch Krokodilreste, Vogelfedern und Knochen von einem Moschusthier ꝛc. Besonders aber bilden sie das sanfte Bett für die Dicotyledonenblätter aller Art, Kätzchen mit Blüthenstaub, in der Wetterau hat man sogar Weinbeeren (Rosinen) mit den deutlichsten Kernen gefunden. Das Siebengebirge bei Bonn, die Wetterau bei Salzhausen, der Westerwald, der Ochsenwanger Wasen bei Kirchheim, das Ries bei Nördlingen (Jahrb. 1875. 760), Ménat in der Auvergne liefern ausgezeichnete Beispiele dieser merkwürdigen Kohle, welche bei Bonn auf Oel benutzt wurde. Einen weißen Schiefer hat man in Australien Tasmanit genannt, die mehrere Fuß dicke meilenweit fortsetzende Schicht soll fast gänzlich aus Sporen bestehen, und ist nicht mit dem gleichnamigen Harze von dort zu verwechseln, Jahrb. 1875. 887 u. 1865. 480.

5. **Alaunerde,** Argilla aluminaris. Obgleich der Alaun auch aus den härtern Alaunschiefern dargestellt wird pag. 652, so ist doch die weichere Alaunerde des Braunkohlengebirges auch ganz gut dazu geeignet. Buxweiler im Elsaß, Freienwalde an der Oder, Altsattel in Böhmen und viele andere deutsche Alaunwerke beziehen ihr Material aus der Braunkohlenformation. Es ist eine grauschwarze zum Schieferigen geneigte Masse, welche leicht an der Luft zerfällt und gewöhnlich die Braunkohlenflöze begleitet. Der fein vertheilte, dem bloßen Auge nicht sichtbare Schwefelkies und auch der Mangel an kohlensaurem Kalk, welcher die Schwefelsäure binden würde, machen sie brauchbar. Durch jahrelange Verwitterung bildet sich schwefelsaure Thonerde, Alkali ist gewöhnlich nicht hinlänglich vorhanden, und muß daher zugesetzt werden. Man braucht die so lockere Erde nicht wie den Alaunschiefer vorher zu rösten. Es fehlt ihr an Bitumengehalt. Bei Freienwalde werden jährlich über 32,000 Tonnen à 2 Sgr. gefördert. 4 Tonnen geben 1 Ctr. Alaun. Klaproth (Beitr. IV. 286) fand darin 40 Kieselerde, 16 Thonerde, 19,6 Kohle, 10,7 Wasser, 1,5 schwefelsaures Kali, 2,8 Schwefel, 6,4 Eisenoxyd ꝛc.

Die Braunkohle ist besonders in dem norddeutschen Flachlande zu Hause, wo sie an zahllosen Punkten oft unmittelbar an der Oberfläche liegt, so daß sie durch Tagebau gewonnen werden kann. Der preußische Staat allein gewann jährlich über 50 Mill. Ctr., der Ctr. 1 Sgr. Den vierten Theil davon lieferte die Gegend von Halberstadt, $\frac{2}{5}$ Theile die Gegend von Halle. Jetzt hat sich die Ausbeute auf 167 Mill. Ctr. gehoben. In der Mark zwischen Elbe und Oder ist die Kohle wohl an 20 Punkten durch Tiefbau aufgeschlossen. Ihre Schichten fallen steil ein, und sie wird nicht blos vom Diluvium, sondern auch vom Septarienthon bedeckt, der der jüngern Eocenformation angehören soll (Plettner, Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch. IV. 249). Von Bonn und Cöln, wo die berühmte Cölnische Umbra 6—10' mächtig durch Tagebau gewonnen wird, zieht sich die Ablagerung über den Westerwald bis in die Frankfurter Gegend. Besonders reich und unerschöpflich ist auch das nördliche Böhmen, namentlich zwischen Eger und Teplitz, lange wurde hier die Ausbeutung nicht so schwunghaft betrieben als in Preußen, 1874 hat es sich schon zu 112 Mill. Ctr. emporgeschwungen, die ihren Absatz bis zu uns nach Süddeutschland finden. Reich sind ferner die österreichischen Alpen, während das südwestliche Deutschland auch in dieser Beziehung keine Bedeutung hat. Es kommen in den Spalten der Juraformation, in der Molasse ꝛc. wohl Nester und Flöze vor, aber nur sehr untergeordnet. In Frankreich ist Braunkohle öfter in den Süßwasserkalk eingelagert, wie bei Marseille, wo sie daher den Namen Houille des calcaires erhalten hat. Auch Nordamerika ist östlich des Felsengebirges zwischen 38°—73° Breitengrade auf einer Fläche von 12,000 Quadratmeilen reichlich versehen.

Die Nachbarschaft der Basalte zu den Braunkohlen fällt in den

deutschen Hügelländern, Böhmen, Hessen und in Centralfrankreich oft sehr auf. So kommen auch auf dem westlichen und nördlichen Island mächtige Lager unter dem Namen Surturbrand vor, worin nach Olavsen ganz gewaltige Baumstämme liegen (Steffens vollst. Handb. der Oryktognosie II. 371), so wohl erhalten, daß in Kopenhagen daraus allerlei kleine Geräthschaften gemacht werden. Auf dem Oberharz hat sich das Fichtenholz der Schachtzimmerung in 400 Jahren zu Pechkohle verwandelt, Hirschwald, Ztschr. d. geol. Ges. 1873. 364.

Die Bildung der Braunkohle erinnert in auffallender Weise schon an unsern heutigen Torf, der dem Alluvium angehört, und sich unmittelbar an die jüngsten Braunkohlen anschließt. Wenn man dabei an die Mächtigkeit der Torflager in Irland erinnert, die zuweilen aufbrechen und in Schlammfluthen die Gegend verwüsten und bedecken; an den Baggertorf niedriger Seeküsten in Holland; an die untermeerischen Wälder von Nordfrankreich und Großbrittannien (Handbuch der Geognosie von de la Beche, übersetzt von Dechen pag. 158): so wird uns manches klar, was beim ersten Anblick Staunen erregt. Zeigte doch Carnall bei der Versammlung der deutschen Naturforscher in Tübingen 1853 eine feinerdige kaffeebraune Masse vor, die sich in einem Dampfkessel, der mit bituminösen Wassern gespeist war, gebildet hatte, und in auffallender Weise einer feinen Cölnischen Umbra glich. Auch der Dopplerit (Jahrb. 1851. 194) in den Torfmooren bildet eine amorphe Concretion, welche getrocknet mit Kohle große Aehnlichkeit hat, aber mineralogisch kaum festgehalten werden kann. Er ist in Aetzkali löslich, und erhöht die Güte des Torfes, Kaufmann im Jahrb. geol. Reichsanst. 1865. XV. 283.

2. Bitumen,

in seinem flüssigen Zustande unter dem Namen **Steinöl** bekannt, kommt nicht blos untergeordnet in Kohlen und Schiefern der verschiedensten Art vor, sondern hat sich auch an vielen Punkten zum Theil in großer Menge selbstständig ausgeschieden. Sehr kohlenstoffreich brennt es mit rußiger Flamme, und leuchtet bei gutem Luftzuge stark. Man begreift oft nicht, wie das Oel in viele dieser Schiefer kam. Am merkwürdigsten und ölreichsten von allen ist der schottische

Boghead (Epochen der Natur pag. 392) aus dem Bergkalk von Bathgate in Schottland, wo er 20″ mächtig auf feuerfestem Thon mit Stigmaria ficoides ruht, kommt zur Bereitung von Leuchtgas und Naphtha in Handel. Dem äußern Ansehen nach gleicht er zwar der Cannelkohle, allein ist minder schwarz, hat sogar einen **gelblich braunen** Strich, und mindestens 25 p. C. Asche. Solche „Gasschiefer" fanden sich später bei Pilsen, Tula, Murajewna im Moskauer Becken (Jahrb. 1870. 506; 1871. 110. 533), Australien (Jahrb. 1867. 492), wo in Neu-Südwallis der Brown und Shaly Cannel hierher gehören, überall auf das Engste mit Cannelkohle pag. 901 vergesellschaftet. Wo die Kohle aufhört, fängt dieser an,

man zählt ihn daher schon zu den Schiefern, die sich noch mehr als Kohle zur Aufnahme von Oel eigneten, wie das die Brandschiefer der Steinkohlenformation (Autun) und die Blätterkohlen (Ménat, Rott) des Tertiärgebirges beweisen. Seitdem Selligue daraus Leuchtgas und Oel mit Vortheil darstellte (Dumas Traité de Chim. 1844. VII. 390, Compt. rend. 1840. X. 861), haben die fetten Schiefer vielfach die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, aber auch praktisch manche Verluste gebracht. Dumas fand in einzelnen Schieferthonlagern des Steinkohlengebirges von Vouvant in der Vendée 14,5 p. C. Oel, 3,2 Wasser, 7,7 Kohle, 17,5 flüchtige Materie und 61,6 Asche. Das hat zur Anlage der französischen Oelhütten in der Umgegend von Autun ermuthigt. In Deutschland gab die Blätterkohle im Braunkohlengebirge von Rott bei Bonn (Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch. 1850. II. 230) einen weitern Anstoß, der besonders in der preuß. Provinz Sachsen viel mißglückte Nachfolge fand, bis endlich die

Wachskohle (Pyropissit) von Gerstewitz bei Weißenfels (Jahrb. 1867. 403) den kostspieligen Unternehmungen neues Leben gab, das aber durch die Billigkeit des amerikanischen „Petroleum" wieder ins Stocken gerieth. Diese lockere gelbliche bis weiße Masse (Freieslebens graue Erdkohle) theilweis von tuffartigem Ansehen und schwimmend leicht hat einen glänzenden etwas fetten Strich, und schmilzt wie Wachs zu einer schwarzen asphaltartigen Masse. Die Destillation liefert einen Paraffinhaltigen „Theer", der kalt gesteht, aber mit Oel getränkt ist. Ohne Zweifel dankt dasselbe mehr Pflanzen als Thieren seinen Ursprung, daher auch die Ablagerung über der dortigen Braunkohle (Heine, Jahrb. 1845. 149). Wir sind damit gewissermaßen schon an die Grenze der Harze gelangt. Mitten inne stehen die

Bituminösen Schiefer, welche fern von allen Pflanzenablagerungen zwischen Meerformation ihre Stelle einnehmen, wie unter andern im süddeutschen Lias. Die Destillationsproducte liefern hier nicht „Theer", sondern bei allen Temperaturen flüssiges „Rohöl", was schon auf eine Armuth von Paraffin hindeutet, und den Blick mehr auf das Fett der gestorbenen Thiere lenkt, welche an jenen Urküsten ihren Tod fanden. Schon Chr. Gmelin wies in den fettesten Lagern der Posidonienschiefer Württembergs $7\frac{1}{4}$ p. C. Rohöl nach. Dasselbe konnte wenigstens zum Theil mit Aether ausgezogen werden, muß sich also im Schiefer schon fertig vorfinden. Es bleibt daher kaum eine andere Erklärungsweise übrig, als daß die Gesteine sich mit dem Oel der gestorbenen und dort verfaulten Thiere getränkt haben. Was die Kohle für die Heizung ist, das dürfte dieses Oel einst für die Beleuchtung werden, wenn man der Sache die gehörige Aufmerksamkeit zuwendet, da es an Leuchtkraft das beste Oel- und Wachslicht übertrifft. Blos der stark bituminöse Geruch erregt noch einigen Anstoß, doch auch dieß wird mit Hilfe der Chemie überwunden werden. Es ist wirklich erstaunlich, wie die Natur durch scheinbar Kleines so Großes zu Stande gebracht hat: in den Posidonienschiefern des Lias in Schwaben liegen auf einer Quadratmeile (zum

großen Theil ganz oberflächlich), gering berechnet, über 200 Millionen Centner des feinsten Oeles, ja man übertreibt nicht, wenn man die Mächtigkeit der zu gewinnenden Oelschicht auf 1 Pariser Fuß schätzt.

Man muß beim Bitumen überhaupt wohl unterscheiden zwischen freiem und gebundenem. Das freie kann man durch einfaches Kochen im Wasser, wie zu Lobsann im Elsaß, herausziehen, das gebundene dagegen nur zum Theil durch Aether. Erst durch Erhitzen der Schiefer in Retorten destillirt Oel mit Wasser, Ammoniak, Leuchtgas ꝛc. über, gerade wie bei den Kohlen. Das Oel selbst scheint also vorzugsweise erst ein Destillationsproduct zu sein. Dieses Schieferöl hat einen starken empireumatischen Geruch, sieht im reflectirten Licht mehr oder weniger dunkelfarbig vom beigemischten Theer aus, und zeigt das Fluoriren pag. 145 in ausgezeichneter Deutlichkeit. Chemisch besteht es aus einer ganzen Menge leichterer und schwererer Oele, die man durch unterbrochene Destillation von einander trennen kann. Schon bei 60° Wärme gehen Oeldämpfe über, andere widerstehen noch einer Temperatur von 400°, und diese erkalten zu einem schwarzen feinen Theer. Ueberhaupt sind die flüchtigern Oele farblos, je weniger flüchtig, desto gelber werden sie, bis sie sich zuletzt im Braunen und Schwarzen verlieren.

Augenscheinlich haben wir hiemit die Orte angedeutet, wo das Steinöl seinen Ursprung nahm: es ist ein natürliches Destillationsproduct aus organischen Ueberresten. Daraus erklärt es sich dann, wie wir auf Fugen des Stinksteins, in hohlen Räumen der Muscheln ꝛc. unverhofft auf Ansammlungen schwarzen flüssigen Theeres stoßen können. Die chemische Deutung soll sich freilich auf das große Gebiet der organischen Analyse stützen, was aber bis jetzt bezüglich der Fossile noch unvollkommen durchgearbeitet ist. Wir müssen daher in vielen Stücken noch mit der äußern Beschreibung uns begnügen.

Steinöl.

Petroleum, Erdöl, Naphtha. Eines der merkwürdigsten Producte des Erdbodens, das zugleich in der Culturgeschichte des Menschen eine wichtige Rolle spielt. Schon die Babylonier bedienten sich des warmen Asphaltes als Mörtel zu Mauerwerk (Herodot I. 178), und die alten Aegyptier balsamirten ihre Todten damit ein. Plinius erwähnt die Abänderungen an verschiedenen Stellen: bei den Quellen lib. II. cap. 109 spricht er vom Naphtha, ita appellatur circa Babyloniam; lib. 35 cap. 51 werden dagegen alle drei Varietäten vortrefflich beschrieben: et bituminis vicina est natura, alibi limus, alibi terra: limus e Judaea lacu emergens (Asphalt) .... Est vero liquidum bitumen, sicut Zacynthium (Zante), et quod a Babylone invehitur. Ibi quidem et candidum gignitur (Naphtha). Liquidum est et Appolloniaticum: quae omnia Graeci pissasphalton (Bergtheer) appellant, ex argumento picis et

bituminis. Gesner (de fig. lap. 1565. 48) setzt noch hinzu: „das den Fingern nachgibt, aber sie nicht beschmutzt".

Diese bituminösen Oele, im Allgemeinen leichter als Wasser Gew. 0,7—1,2, bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Siedepunkt veränderlich. Brennen leicht mit einem nicht gerade unangenehmen Geruch, zumal beim ersten Anzünden. Mit Wasser mischen sie sich nicht. In Alkohol nur wenig löslich, dagegen in Aether, in flüchtigen und fetten Oelen. Eigentlich haben wir nur zwei feste extreme Punkte: Naphtha und Asphalt, jene das reinste flüchtige und farblose Oel, dieser der möglichst entölte schwarze verhärtete Theer. Da nun Theer vom Oele in allen Verhältnissen gelöst wird, so entstehen durch solche Mischungen Zwischenstufen. Auch verwandelt sich das Oel durch Aufnahme von Sauerstoff theilweise selbst in Theer.

a. **Naphtha** Strabo Geogr. 16. 1 (Bergbalsam) heißt das dünnflüssige im reinsten Zustande farblose Oel, was man aus dem gefärbten durch Destillation darstellen kann. Gew. 0,7 bis 0,8, wie das Petroleum des Handels. Sie kocht schon bei 70° C, und besteht nach Saussure (Pogg. Ann. 36. 417) aus C H mit 85,9 C und 14,1 H, was gegenwärtig allgemein angenommen wird. Dagegen gab Dumas (Pogg. Ann. 26. 541) 87,3 C, 12,3 H an, was etwa der Formel $C^6 H^5$ entspräche. So rein kommt es aber in der Natur kaum vor, da es an der Luft sich leicht (in Folge von Oxydation?) gelb, braun bis schwarz färbt. Die farblose Naphtha im Handel ist künstlich gereinigt, und zeichnet sich durch Leichtigkeit und niedrigen Siedepunkt aus: bei Amiano in Parma 0,75 Gew. und 70° Siedpunkt. Das Erdöl von Sasso in Toskana hat weingelbe Farbe mit einem blaugrünen Schein wechselnd (Breislak Lehrb. Geogn. III. 84), d. h. es fluorescirt gerade wie unser rohes Schieferöl. Je länger es steht, desto dickflüssiger wird es, so kommt man durch viele Modificationen hindurch zum

b. **Steinöl.** Bei gewöhnlicher Temperatur noch flüssig, aber braun bis schwarz gefärbt in Folge von Vertheerung. Gew. 0,8—0,9, schwimmt daher noch auf Wasser, mit welchem es gewöhnlich aus der Erde hervorquillt. Bergtheer hat man das dickflüssige genannt, welches durch alle Stufen der Verhärtung mit dem Asphalt in Zusammenhang steht. Steinöl hat wie das Schieferöl keinen festen Siedepunkt: anfangs kommt Keroselen 0,65 Gew. (Petroleumäther, Gasoline), dann Benzin 0,7 Gew. Man trennt diese leichtern von den schwerern, um Explosionen der Lampen zu verhüten. Dann erst kommen die Brennöle 0,78—0,83 Gew., welchen die Schmieröle 0,84—0,9 Gew. folgen, bis zuletzt ein dicker schwarzer Theer überbleibt, der warm fließt, und kalt dem Judenpech gleicht. Das Pennsylvanische „crude oil" (rohes Oel) gibt im Durchschnitt 70 pCt. Brennöl. Das gewöhnlich im Handel vorkommende Petroleum von Amiano und Baku ist bereits mit Wasser überdestillirt, wodurch eine etwaige Zersetzung in erhöhter Temperatur vermieden wird. Je reiner dieses Oel ist, desto weniger rußt es beim Brennen. Ja Dr. Reichen-

bach (Pogg. Ann. 24. 178) hat nachgewiesen, daß sich unter den verschiedenen Destillationsprodukten auch Paraffin und Eupion befänden. Ersteres zeichnet sich durch eine merkwürdige Indifferenz gegen Säuren und Basen aus (parum affinis). Aus dem norddeutschen Braunkohlentheer, der von buttriger Consistenz dem indischen Ranguntheer gleicht, gewinnt man es in großer Menge, macht Kerzen daraus, die Wachskerzen ähneln. Eupion (πιὸν Fett) ist noch bei —20° C flüssig, farblos, wasserklar, geruch- und geschmacklos. Beide bestehen merkwürdiger Weise wie das Steinöl aus C H. Im Steinöl läßt sich Kalium und Natrium aufbewahren. Da es Schwefel, Phosphor, Jod, namentlich aber Harze löst, so dient es zur Bereitung von Firnissen. Auch ist es seit uralten Zeiten officinell. Seitdem es zum Beleuchten benutzt wird, hat die Gewinnung ungeheuren Aufschwung genommen. Es gehören aber Lampen mit doppeltem Luftzug dazu. Je niedriger das specifische Gewicht desto niedriger liegt im Allgemeinen der Siedpunkt. Leichte Oele brennen leichter und schneller, schwere schwerer und langsamer. Je Kohlenstoffreicher desto stärker die Leuchtkraft. Die Heizkraft ist achtmal größer, als von Steinkohle, was bei billigen Preisen die Verwendung als Brennmaterial ermöglicht. Schon das Rohöl von Pennsylvanien gibt 2½mal mehr Hitze als der dortige so vortreffliche Anthracit. Sehr wesentlich ist noch die Mischung: denn Oele von gleichem specifischem Gewichte 0,82 können auf alle mögliche Weise aus der Reihe von 0,75 bis 0,89 zusammengesetzt sein. Am besten sind die, welche bei mittlerm Siedepunkte von 150°—160° das meiste Destillat geben. Diese Andeutungen zeigen, mit welch complicirten Dingen wir es zu thun haben. Ein Gegensatz scheint sich jedoch herauszustellen: paraffinreiche und paraffinarme Rohproducte; jene weisen auf pflanzlichen Ursprung hin, und führen nach Williamson (Ann. Chem. Pharm. CII. 126 und CXIII. 102.) auf die Alkoholradicale $C_n H_{n+1}$ wie Propyl, Butyl, Amyl, Caproyl 2c. (Boghead- und Wachskohlenöl); diese auf thierischen nach Dr. Harbordt (Unters. des Mineral. Leuchtstoffes der Württemb. Posidonienschiefer. Dissert. 1862) mit der kohlenstoffreichern Formel $C_n H_{n-1}$ (Württemb. Schieferöl). Darnach sollte man auch in der Urwelt den thierischen Producten den Vorzug geben.

c. **Asphalt** (Erdpech, Judenpech) heißt der feste Zustand, mit einem obsidianartigen Bruch, pechschwarz, Gypshärte und schwerer als Wasser bis 1,2 Gew. Durch Reiben stark negativ elektrisch. Ist mit dem Bergtheer durch alle Uebergänge verbunden: es gibt Bergtheer, was Winters in der Kälte ganz starr ist, Sommers dagegen, wenn auch äußerst langsam fließt. Andererseits ist er wieder mit Gagat verschwistert pag. 901. Im Feuer schmilzt er nicht blos, sondern tröpfelt auch von der Zange herab, und verbreitet dabei einen ziemlich angenehmen bituminösen Geruch. Der Bentheimer wird nur weich wie Wachs (Jahrb. 1861. 190). Die Flamme rußt stark, und es bleibt wenig Asche und Kohle als Rückstand. In Steinöl löst er sich leicht. Die Destillationspro-

ducte enthalten bedeutende Portionen bituminösen Oeles. Die Elementaranalyse eines Asphaltes von Cuba gab 75,8 C, 7,2 H, 13 stickstoffhaltigen Sauerstoff und 3,9 Asche; andere Analysen (Jahrb. 1866. 113) weichen davon wieder ab. Auch der Albertit, welcher im Kohlengebirge von Nova Scotia Spalten erfüllt, scheint unwesentlich verschieden. Der Asphalt kann übrigens förmliche Lager, wie die Steinkohlen, bilden. Am berühmtesten ist seit alter Zeit das Vorkommen im todten Meer, woher es bereits die Egyptier holten, und noch heute schwimmt es besonders nach Erdbeben in großer Menge auf dem See, so daß es nach Triest auf den Markt kommt. Zu Strabo's Zeiten sahe man den See zuweilen ganz mit Erdpech erfüllt: nach Diodor (Bibl. hist. 19. 99) schwammen Massen, kleinen Inseln vergleichbar, auf dem Wasser. Es ist nämlich eine Salzlake pag. 660, nihil in Asphaltite Judaeae lacu, qui bitumen gignit, mergi potest Plinius hist. nat. II. 106. Auf der Insel Trinidad vor den Mündungen des Orinoco in Südamerika kommt ein ganzer Pechsee von 1000 Schritt Länge und 120 Schritt Breite vor, an der Küste erheben sich Pechriffe, und auf Pech kaum von Erde bedeckt schreitet man zum See, der drei Viertelstunden von der Westküste, 7 Meilen vom spanischen Hafen, entfernt ist. Am Rande des Sees ist das Pech hart und kalt, nach und nach wird es warm und nimmt Fußeindrücke an, in der Mitte fließt und kocht es noch, doch zeigen sich keine vulkanischen Ausbrüche mehr. Zur Regenzeit kann man den ganzen See überschreiten. Admiral Cochrane sandte 2 Schiffsladungen voll dieses Peches nach England, allein um es brauchbar zu machen, erforderte es einen Zusatz von zu viel Oel (Leonhard's Jahrb. 1833. 629). Alle Oele verdicken sich im Schoße der Erde, und können zuletzt verhärten, so liegen sie namentlich auch im Jura von Braunschweig (Zeitschr. d. geol. Ges. 1871. 271) und Hannover (Ztschr. Berg-Hütt. Preuß. XIV. 346). Asphalt dient vorzüglich zum Theeren der Schiffe, zu wasserfesten Bauten, Dächern, Trottoiren, schwarzem Siegellack &c. Merkwürdiger Weise vertheert nach Magnus (Pogg. Ann. 90. 9) ölbildendes Gas, ohne Sauerstoff aufzunehmen.

Diese drei bilden zwar die Hauptmasse, doch kommen außerdem noch eine Menge Abänderungen vor, so daß fast jede Localität auch kleine Unterschiede hat, wie das eine genauere chemische Analyse, besonders das Verhalten bei der Destillation, zeigt. Während z. B. beim gewöhnlichen Steinöl, mit Wasser destillirt, der größte Theil sich überführen läßt, geht bei dem Bitumen visqueux (klebriges Bitumen) von Bechelbronn im Elsaß nördlich Straßburg nach Boussingault keine Spur von Naphtha über, erst bei 230° C. bekommt man in der Vorlage etwas flüssiges Oel von blaßgelber Farbe, was Boussingault Petrolen nennt, 250° längere Zeit erwärmt bleibt endlich ein fester, schwarzer, sehr glänzender Rückstand, Asphalten $C^{40} H^{16} O^3$. Boussingault glaubte, daß auch bei dem andern Steinöl Petrolen und Asphalten die Hauptmasse bilden (Dumas Traité de Chimie VII. 385). Hauy unterschied eine Malthe ou Poix minérale, auch Bitumen glutineux ge-

nannt (Traité minér. IV. 454). Von einer Maltha spricht schon Plinius hist. nat. II. 108: in Commagene urbe Samosata stagnum est, emittens limum (maltham vocant) flagrantem. Die Franzosen verstehen darunter eine zähe, klebrige Masse, deren feines Oel nie ganz trocknet. Das Bitumen von Puy-de-la-Poix im Bassalttuff macht den Boden so klebrig, daß er fest an den Sohlen der Fußgänger sitzen bleibt. Das klebrige Wesen zeigt auch der sandige Bergtheer von Neufchatel in auffallender Weise; wenn man darin mit einem Stabe rührt, so bewegt sich die ganze Masse eine Zeitlang fort, als wäre sie durch Würmer belebt: und selbst kleine Proben muß man sehr genau ansehen, um sich zu überzeugen, daß die Bewegung nicht von lebenden Geschöpfen ausgehe.

Elastisches Erdpech (Elaterit) wird schon von Born beschrieben, war lange nur von der Odingrube bei Castleton in Derbyshire bekannt, wo es im Bergkalk mit Bleiglanz, Blende, Kalkspath und Flußspath bricht. Neuerlich fand es sich ausgezeichnet zu Newhaven in Connecticut. Hier in großen Stücken. Dieselben sind stark elastisch biegsam nach Art des Kautschuk, zerreißen aber ungleich leichter. Bei frischem ist die Farbe röthlich braun, durch Verwitterung wird sie aber schwarz. Sie riechen sehr stark bituminös, und sind von einem schwarzen schmierigen Oele durchzogen. Zusammensetzung C H mit nur wenig Sauerstoff.

Ozokerit (Glocker Schweigger Journ. Phys. u. Chem. 1833. 69. 215, ὄζω riechen und κηρός Wachs) findet sich bei Slanik in der Moldau an der Grenze der tertiären Brakischen Bildungen. Wird jetzt geradezu Paraffin genannt. Die frischen Stücke haben einen Serpentinartigen Bruch, sind bräunlich, gelblich, grünlich, und scheinen an den Kanten stark durch. Ziemlich spröde, doch kneten sie sich zwischen den Zähnen etwas, nach Art spröden Wachses, daher Bergwachs. Durch Verwitterung werden sie schwarz und auffallend wachsartig, man kann von solchen Stücken mit dem Nagel Späne mit glänzenden Schnittflächen abnehmen. H. = 1, Gew. 0,94—0,97. Durch Reiben stark negativ elektrisch. Im Feuer fließt er wie Wachs und brennt dann mit nicht stark rußender Flamme. Wie überhaupt die ganze Masse etwas Edles hat, edler als Asphalt. Die Analyse gibt ebenfalls C H mit 85,7 C, 15,1 H, gleichsam verhärtetes Naphtha. In Steinöl leicht löslich. Die Destillationsproducte sind hauptsächlich Paraffin und Oel. Wird in der Moldau zu Lichtern benutzt. Er kommt an mehreren Punkten im Wiener Sandstein, und stets in der Nähe von Kohlen- und Steinsalzlagern vor. Das Neft-gil oder Naphthagil (Steintalg) aus dem Sande der Naphthainsel Tschileken im Caspisee soll nach Völkner eine ähnliche Substanz sein. Es liegt stets nachbarlich den Naphthaquellen, (Leonhard's Jahrb. 1839. 459), und scheint nach Fritzsche (Journ. prakt. Chem. 72. 321) darin gelöst zu sein. Bei Baku heißt eine ähnliche Masse Kir. Zu Borislaw in Ostgallicien füllt es wie weicher Quark die Oelschächte, ausgetrocknet läßt er sich dann schnitzeln wie Wachs.

Hatchettin wurde von Conybeare in Spalten des Thoneisensteins von Merthyr Tydwil im Steinkohlengebirge von Südwallis entdeckt. Flockig wie Wallrath, oder feinkörnig derb wie Wachs; das flockige stark durchscheinend, grünlich gelb, Gew. 0,6. Schmilzt unter der Siedhitze des Wassers zu einem farblosen Oel, das beim Erstarren trübe wird. Aehnliche Massen kommen auch im Steinkohlengebirge von Glamorganshire vor, worin Johnston 85,9 C und 14,6 H nachwies, das würde also ebenfalls C H sein. Künstlich krystallisirtes **Paraffin** bekommt man jetzt sehr leicht in den sächsischen Oelhütten: es sind farblose glimmerartige Blättchen, welche im Polarisationsmikroskop sofort zwei optische Axen zeigen.

Bildung und Verbreitung des Steinöls.

Die Oelablagerungen stehen einerseits so innig mit den Stein- und Braunkohlen des Flözgebirges in Beziehung, daß an einem Zusammenhang mit denselben gar nicht gezweifelt werden kann: sie sind Oel und Harz der Pflanzen, an welchen feurige Prozesse nicht den geringsten Antheil haben. Entschieden thierischen Ursprungs ist es viel seltener. Doch findet man z. B. mitten in den bituminösen Kalken des mittlern Lias, Muschelkalkes rc. in rings abgeschlossenen Drusen homogener Bänke beim Zerschlagen schwarze theerige Ueberzüge, die, wenn nicht durch bituminöse Tagewasser hingeführt, wohl thierischen Ursprungs sein könnten. Andererseits hat sich das Oel, Theer und Pech in manchen Gegenden (Trinidad, Cuba, Baku) in solchen Massen angehäuft, daß man die Sache nicht recht begreiflich finden könnte, wenn nicht Destillationsprozesse im Innern der Erde dazu mitgewirkt haben sollten. Sogar im Meteorstein von Kaba pag. 725 fand sich meteorisches Bergwachs (Kabait). Wegen der Wichtigkeit in der Anwendung wird Steinöl überall gesucht, wo es vorkommt. In Europa ist es meist nur als Theer und Asphalt bekannt. In Frankreich genießt das Bitumen von Seyssel (an der Rhone unterhalb Genf) einen Ruf: es erfüllt Molassesand und Nagelflue, das Bitumen löst sich durch Kochen des Gesteins und schwimmt auf dem Wasser. Auch ist daselbst der Kalk im Jura und Neocom (Val de Travers bei Neufchatel) so durchdrungen, daß er eine kaffeebraune Farbe bekommt. Man kann ihn zwar pulvern und sieben, aber das Pulver ballt sich wieder von selbst. Ein kleiner Ammoniakgehalt läßt auf thierischen Ursprung schließen (Bullet. Soc. Neuchatel 1869. VIII. 229). Auch das Quirinusöl am Westufer des Tegernsees hat unter Schutt im Tertiärgebirge seinen Sitz. Das Bitumen von Bechelbronn und Lobsann im Elsaß nördlich Straßburg bildet im Braunkohlengebirge man kann sagen einen sandigen Theer, der sich in seinen fettesten Schichten wie Wachs schneiden läßt, und ebenfalls abgekocht und dann weiter behandelt wird. Im Oberschwäbischen Süßwasserkalke kommen Faustdicke Pechlager vor, welche die Sonnenwärme aus dem bituminösen Gestein herauszieht (Begleitworte Geognost. Specialkarte Württ. Blatt Ehingen 1876. 11), wie aus dem

Kalkgebirge des Rothen Meeres. Bei Darfeld westlich Münster (Pogg. Ann. 47. 397) findet man im mergeligen Kalkstein der Kreideformation ein zähes honigsteifes Harz, was Spalten erfüllt. Man kann dort reine Stücke von 13 ℔ Schwere zu Tage fördern, die ganz dem ächten Asphalt gleichen, nur werden sie bei warmer Witterung gleich pechartig weich, was der ächte Asphalt niemals zeigt. Zu Limmer ohnweit Hannover, Wietze, Häningsen, Oedesse, Verden, Braunschweig kennt man ähnliche Vorkommen. Bei Seefeld ohnweit Innsbruck wird aus Schiefern zwischen Alpenkalkstein ein solcher Asphalt abdestillirt. Den dortigen Bitumenreichthum erwähnt schon Agricola de nat. foss. IV. pag. 595. Häufig fällt die Nachbarschaft der Salzgebirge in hohem Grade auf, ja wir finden mitten im Steinsalz Nester von dem deutlichsten Asphalt (Wilhelmsglück am Kocher). Der salzreiche Karpathenzug ist besonders auf der Nordseite in Gallicien reich an Erdölquellen. Von Lemberg kommt jetzt gereinigte Naphtha als Lampenöl in den Handel, das bei Starasol im Ursprungsgebiet des Dniester aus Sandstein quillt (Jahrb. geol. Reichsanst. VI. 652). Zwischen Dukla und Krosno im Weichselgebiet dringen brennende Gase aus dem Boden, und einige künstliche Brunnen zeigen sich eine Zeitlang ergiebig (Jahrb. geol. Reichsanst. 1862. XII. 197), dann lassen sie aber nach. Merkwürdiger Weise liegt der Quellenzug nur auf der Nordseite der Beskiden, wohin die steilen Schichten fallen, und zwar nur wenige Meilen vom Kamme des Gebirges. Ganz besonders interessant ist Boryslaw bei Drohobicz südwestlich Lemberg, wo auf einem Raum von 2 Millionen Quadratklaftern in kurzer Zeit 12000 Brunnen abgeteuft sind, die Oel und besonders Erdwachs liefern, was aus den Brunnenstößen durch den natürlichen Erddruck hervorgepreßt wird, in Gesellschaft von Soole und brennenden Gasen, Prosepny Jahrb. geol. Reichsanst. 1865. 351. Im Alterthume waren auf der griechischen Halbinsel zwei Punkte berühmt: Kudessi bei Avlona am Nordfuße der Acroceraunischen Berge, Nachts tanzen bläuliche Flammen über dem Boden, wo das heilige Nymphäum von Apollonia lag. Klaproth (Beiträge III. 315) analysirte Asphalt von hier, der dem Kalkgebirge angehört, und in solcher Menge vorkommt, daß man ganz Europa mit dieser zum Kalfatern so vortrefflichen Substanz versehen könnte (Virlet Leonhard's Jahrb. 1837. 627). Auf Zante, dem alten Zakynthos, der südlichsten unter den Jonischen Inseln, hatte schon Herodot (IV. 195) die berühmten Quellen besucht, welche noch jährlich 100 Ctr. Oel liefern. Eines der Oelbecken hat 50′ Umfang, der Boden tönt hohl und wankt unter den Füßen.

Die Halbinsel Abscheron am südöstlichen Ende des Kaukasus ist wegen ihres Oelquellenreichthums der bedeutendste Punkt in der Alten Welt, zumal in der Umgebung von Baku, wo es seit Jahrhunderten den Einwohnern als Brennmaterial dient. Schwarzer Boden liegt auf einer Erdpechschicht, bis zu welcher man Brunnen hinabführt, worin sich dann meistens ein dunkeles Oel ansammelt, das Sommers am dünnflüssigsten ist. Das Dorf Balaghan hat 25 Brunnen, wovon die besten bis 1500 ℔

in einem Tage geben sollen, die meisten sind aber viel ärmer, auch läßt man die Brunnen häufig verfallen, und muß an andern Stellen neue machen. Farblose Naphtha findet sich jedoch nur an einer einzigen Stelle, wo sie wahrscheinlich durch eine unterirdische Destillation schon gereinigt wird. Man rechnete schon früher jährlich auf 100,000 Ctr. Steinöl in der Umgegend von Baku, das hat sich jetzt noch bedeutend gesteigert, da die Persische Regierung, welche 1875 auf das Pud 25 Centimen Taxe setzte, 280,000 Rubel einnahm. Freilich kostet dann der Transport bis Moskau noch 57 Kopeken, was eine Concurrenz mit Amerika ausschließt. Aber für die Heizung der Dampfer auf dem Kaspisee wird die Sache sehr wichtig. Einige der Quellen dünsten zugleich viel Kohlenwasserstoff aus, und bei warmem Herbstregen soll das ganze Feld um Baku in weißblauen Flammen stehen, die aber nicht zünden. Dann können die Gase das Oel wohl 80' hoch aus dem Boden emporschleudern. Das ewige Feuer der Parsen, welches schon seit dem Jahre 900 brennt, ist ein solcher angezündeter Kohlenwasserstoff, der wie das Oel mit dunkelrother Flamme brennt. Auf der Naphtha- oder Tschileken-Insel im Caspisee gewinnen die Turkomannen jährlich 60,000 Ctr., außerdem reichlichen Bergtheer, welcher zum Kalfatern der Schiffe und zur Bereitung von Fackeln dient. Kertsch und Taman am Azowschen Meere sind längst bekannt, und jenseits des Kuban lieferte 1866 ein einziges Bohrloch täglich 360 Ctr. (Jahrb. 1876. 80). Ueberall kommt hier Steinsalz, Gyps, Schwefel ꝛc. in der Nachbarschaft vor. In Persien ist besonders noch Schiras ohnweit der Ruinen des alten Persepolis reich an Theer. In Hinterindien Pegu, woher der Rangoon-Theer ausgeführt wird, eine grünlich braune Masse, von der Consistenz des Gänsefetts, was auf großen Paraffingehalt hinweist. Auch China (Humboldt Kosmos IV. 263) hat bedeutende Quellen. Abgesehen von Trinidad bietet in unsern Tagen besonders Nordamerika (Augsburger Allg. Zeit. Beil. 1861. 5315) eine ungeahnte Ausbeute: von Buffalo an der Mündung des Eriesee's nach Pikesville in Alabama zieht sich über dem Kohlengebirge ein 3—6 deutsche Meilen breiter Gürtel fort, der besonders in West-Pennsylvanien im Thale des Alleghanyflusses ein förmliches „Oelfieber" erzeugte, »this is emphatically the Age of Oil« begann der „Mecca Oil Commercial" 1861. Man machte Bohrlöcher von 150'—500' im Steinkohlengebirge, aus welchen der gepreßte Kohlenwasserstoff Strahlen dunkelbraunen Oels von 0,795—0,881 Gew. wohl 100' hoch emporschleudert. Die Amerikaner rechnen 50,000 Gallonen (à 8 ℔) täglich, einzelne günstige Löcher gaben 4000 in 24 Stunden! Ausnahmsweise ist sogar das Oel farblos. Die Ausbeute ist gegenwärtig sehr im Zunehmen. 1871 6 Mill., 1875 $11\frac{1}{2}$ Mill. Tonnen, seit 1859 über 70 Mill., an Ort und Stelle über 50 Mill. Pfund Sterl. werth (Berg. Hüttzt. 1877. 23). Auch Ober- und Unterkanada, selbst Mexiko und Californien fallen in den Oelgürtel, der sich durch mehr als 60 Breitengrade zieht. In Canada, Mecca, Ohio, Titusville ist es, »not coal oil, but coral oil«. Die kleinen nackten Polypen der Corallenriffe des Ueber-

gangsgebirges scheinen in Bitumen verwandelt zu sein. Das Oel schwimmt in vielfach communicirenden Hohlräumen des Gebirges auf Salzsoole, und wird oben vom Kohlenwasserstoffgas gepreßt. Je nachdem der Bohrer nun eine der Flüssigkeiten trifft, preßt das Gas Soole oder Oel hervor. Läßt die Gasspannung nach, dann hilft man mit Pumpen, bis endlich die Quelle versiegt. Es gibt Flecke, wo das Gas seit Jahrhunderten ununterbrochen hervorströmt, wie zu Burns und Delamete in Buttler Cty, was in 8zölligen Röhren 30 miles weit nach Pittsburg geleitet wird, um Hochöfen und Fabriken als Brennmaterial zu dienen. So lodert in Kleinasien auf der Lycisch-Pamphylischen Grenze „die unsterbliche Flamme" der Chimära schon seit Jahrtausenden empor (Klar und Wahr 130). Daß vulkanische Dämpfe oft nach Naphtha riechen, ist eine allgemeine Erfahrung. Schon Strabo spricht von Wohlgeruch, der sich am Hügel von Traezene verbreitete, und die Priester auf Santorin sahen bei dem großen Erdbeben von 1650 ihn als ein tröstliches Zeichen an, „daß Gott seine Heerde noch nicht verlassen wolle". Auch sind vulkanische Gesteine öfter mit Erdpech überfirnißt, wie der Basalttuff von Pont du Chateau bei Clermont mit dem darin liegenden blauen Chalcedon.

Paraffinartige Dinge, die gewissermaßen zwischen Oel und Harz mitten inne stehen, gibt es noch eine ganze Menge. Vor allem gehört dahin Dumas **Idrialin** (Pogg. Ann. 26. 526), ein Bitumen in den Quecksilberbranderzen von Idria, welche handhohe Lager von bräunlichschwarzer Farbe und glänzendem Strich bilden. Sie fangen leicht Feuer, sind schon öfter Veranlassung zu Bränden gewesen, und fließen dann auseinander wie brennender Theer, wobei sich die Luft mit Wallrathartigen Krystallflittern erfüllt, die namentlich auf halbbrennenden Stücken sich stark anhäufen. Mit siedendem Terpentinöl kann man eine weiße krystallinische schwer schmelzbare Masse ausziehen, die sich in concentrirter Schwefelsäure mit blauer Farbe auflöst, dieß ist das Idrialin $C^3 H$ mit 94,9 Kohlenstoff und 5,1 Wasserstoff.

Scheererit nannte Stromeyer (Pogg. Ann. 12. 336) die weißen fettigen wie Wallrath krummblättrigen Krystallschuppen, welche Könlein, Director der Braunkohlenwerke von Utznach am Züricher See, schon 1822 in jenen bekannten grauweißen Kieferstämmen gefunden hatte (Pogg. Ann. 43. 141). Es erscheint daselbst in Sprüngen der masrigen Wurzeltheile öfter ganz wie aufgetrocknetes Terpentinöl. „Bleibt das Holz, an dem Scheererit sitzt, längere Zeit an der Luft liegen, so verschwindet das Fossil fast gänzlich." Die Schüppchen sind oft sehr blättrig, haben einen Perlmutterglanz, und sollen dem 2 + 1gliedrigen Krystallsystem angehören. Gewicht etwas größer als das des Wassers. Auf Papier macht es Fettflecke. Schrötter (Pogg. Ann. 59. 60) will nach dem chemischen Verhalten zweierlei unterschieden wissen: Scheererit nach Macaire Prinsep $C H^2$ mit 76 C und 24 H, also von der Zusammensetzung des Grubengases. Bei 40° C. wird er flüssig und bei 92° destillirt er unverändert über, wobei sich der weiße Rauch zu durchsichtigen Tröpfchen condensirt, welche bei der Be-

rührung mit einem kalten Körper augenblicklich zu einer feinstrahligen Masse erstarren. Geschmolzen bleibt er noch lange flüssig, selbst nachdem er vollkommen erkaltet ist. Nur bei Utznach bekannt. Könlit nach Kraus C H mit 7,4 H, 92,5 C, von der Zusammensetzung des Benzin (Benzol = $C^{12} H^{6}$). Schmilzt bei 114°. Läßt sich nicht unverändert überdestilliren. Trommsdorf fand eine ähnliche Substanz auf Fichtenstämmen in einem Torflager von Redwitz am Fichtelgebirge. Daselbst unterschied Bromeis noch einen

Fichtelit $C_4 H_3$ mit 88,9 C, 11,1 H, bei 46° schmelzend, der mineralogisch freilich sehr ähnlich sieht, und noch wie wenig verändertes Fichtenholz mit Harz riecht. Hartit Haidinger (Pogg. Ann. 54. 261) kommt in den Braunkohlenhölzern von Oberhart bei Gloggnitz in Niederösterreich unter ähnlichen Umständen wie der Scheererit vor. Die weißen Krystallschuppen werden bis ½ Zoll groß, und sind 2 + 1gliedrige rhomboidische Tafeln von 100° mit einer blättrigen Geradendfläche, nach Rumpf (Sitzb. Wien. Akad. 1869. LX. 1) sogar triklin. Gew. 1,04. Schrötter fand $C_6 H_5$ mit 87,8 C und 12,2 H. Schmilzt bei 74°. Tekoretin aus Intercellulargängen von Fichtenstämmen in dänischen Sümpfen bei Holtegaard hat fast die gleiche Zusammensetzung. Vergleiche auch die glimmerartigen Blättchen des Phylloretin $C_8 H_5$ von dort. Vielleicht gehören alle zum verhärteten Terpentinöl $C^5 H^4$ (= $C^{20} H^{16}$), deren verschiedener Schmelzpunkt nach Rammelsberg durch ein Gemenge isomerer Verbindungen erklärt werden könnte. Von ächten Harzen unterscheiden sie sich durch Mangel an Sauerstoff.

3. Harze

sind nicht sowohl oxydirte Bitumina, sondern der Sauerstoff ist ihnen schon bei der ursprünglichen Bildung in der Pflanze wesentlich geworden, in der Erde sind sie nur bituminisirt. Sie sind spröde, haben einen sehr vollkommen muscheligen Bruch und hellere Farbe. Da sie aber meist getrennt von ihrer Mutterpflanze vorkommen, so liefert die für Chemiker und Naturhistoriker so wichtige botanische Bestimmung gar keinen Anhaltspunkt. Das macht ihr Erkennen unsicher. Bei weitem die meisten fossilen Harze rechnet man zum

Bernstein.

Vom altdeutschen Wort börnen brennen, auf seine Entzündlichkeit hindeutend. Succinum Plinius hist. nat. 37. 11: nascitur autem defluente medulla pinei generis arboribus, ut gummi in cerasis, resina pinis. Geeler und Weißer aidstein Agricola 797. *Ἤλεκτρον* Theophrast de lap. § 53. Schon Herodot 3. 115 sagt, daß Zinn und Elektron aus dem äußersten Westen von Europa kämen. Nach Plinius stammt der griechische Name von der Farbe, die mit der der strahlenden Sonne (ἠλέκτωρ) verglichen wurde. Lynkurion Dioscorides Mater.

med. 2. 100. Französisch und englisch Amber, Schwedisch Raf (die Wurzel von Raffen), Persisch Karuba Strohräuber. Nur wenige Minerale erfreuen sich eines solchen Rufes, und mit wenigen wurde ein solcher Luxus getrieben. Plinius führt ihn neben Murrinischen Gefässen und Bergkrystall auf. Lib. 37 cap. 11 beginnt mit den Worten: proximum locum in deliciis, feminarum adhuc tantum, succina obtinent. Sacal der alten Aegyptier, Schechelet der Hebräer. Agtstein im Mittelalter, wegen seiner Kraft mit Magnet verwechselt, Buttmann Abh. Berl. Akad. 1818. 38.

Ein Harz, wie Gummi, Mastix, Kirschharz, Copal &c., aber von einem vorweltlichen ausgestorbenen Baum der Tertiärzeit (Epoch. Nat. 708). Göppert's Pinites succinifer und 8 andere Coniferen der Abietineen und Cupressineen sollen das Product geliefert haben. So lange es weich war, schloß es Mücken, Ameisen, Käfer, Spinngewebe mit Thautropfen &c. ein, im Augenblicke des Todes der Insekten erfolgte zuweilen der Abgang von Excrementen, und aus der Begattung kann man schließen, daß im Frühjahr zur Zeit der Blüthe das meiste Harz floß. Plinius 37. 11: liquidum primo destillare, argumento sunt quaedam intus translucentia, ut formicae et culices, *lacertaeque*, quas adhaesisse musteo (frisch wie Most) non est dubium, et inclusas induresceuti. Uebrigens beruhen die Einschlüsse von Eidechsen, wie die von Fröschen und Fischen (pisciculi Agricola 573) auf Betrug. Selten hängt noch Holz daran, es faulte ab, doch sind deutliche Belegstücke für die Bäume da, Bock Naturforscher 1781 16. St. pag. 57; Berendt, die im Bernstein befindlichen Reste der Vorwelt, Berlin 1845.

Gelb bildet die Grundfarbe, feuerähnlich, wie gekochter Honig; aber durchgesägt tritt innen meist weiße Farbe auf. In Rom waren die „Falerner" von der Farbe des Falerner Weins die geschätztesten. Alle Töne von Gelb, einerseits ins Weiße, andererseits ins Braune und Schwärzliche sich ziehend. Grüne und Blaue sind niemals rein. Auf Sicilien sogar sapphirblau, und zuweilen fluorescirend (Tschermak Min. Mitth. 1871. 58). Uebrigens färbten ihn schon die Alten mit Bockstalg, Anchusenwurzel, Purpur. Alle Grade der Durchsichtigkeit, wodurch namentlich auch geflammte Zeichnungen erzeugt werden. Der Weiße ist gewöhnlich trüb wie Elfenbein. Vollkommen muscheliger Bruch, wenig spröde. Fettglanz, und in der Hand gerieben stark politurfähig. Zuweilen auch in zapfen-, tropfen- und birnförmigen Gestalten. Härte 2—3, Gew. 1,08, also gerade so schwer als Meerwasser, ita volubile, ut pendere videatur, atque considere in vado. Daher kann er in der Ostsee so leicht mit Bernsteinkraut (Fucus vesiculosus und fastigiatus) ans Land treiben.

Harzelektricität durch Reiben in der Hand wie Asphalt: ceterum attritu digitorum accepta caloris anima trahunt in se paleas ac folia arida, quae laevia sunt. Thales (640 a. Ch.) glaubte schon, daß er eine Seele habe, und Buttmann (Abh. Berl. Akad. 1818) leitet davon den griechischen Namen ab (ἕλκειν), ἕλκτρον, ἤλεκτρον der Zieher.

In Syria quoque feminas verticillos inde facere, et vocare Harpaga, quia folia et paleas vestiumque fimbrias rapiat. Lichtpolarisation ist wie bei Harzen (Brewster Gilbert's Annalen 1820 tom. 65. pag. 20). „In „Stücken, welche voll Luftblasen waren, wurde durch den Druck der in „ihnen eingeschlossenen Luft eine polarisirende Structur rund um die „Blasen hervorgebracht, welche sich durch vier kleine Sectoren polarisi„renden Lichtes zu erkennen gab."

Im Feuer brennt er mit heller weißer Flamme, man kann ihn in großen Stücken anzünden, setzt nur wenig Ruß an, und verbreitet dabei einen angenehmen aromatischen Geruch: candidi odoris praestantissimi. Daher ein berühmtes Rauchwerk, Schechelet 2 Mos. 30, 34. Die Elementaranalyse gibt

$C_{10} H_8 O$ mit etwa 79 C, 10,5 H, 10,5 Sauerstoff.

Auch 0,2 Stickstoff und etwa eben so viel Asche wird angegeben. Löslich im Steinöl, Benzin, Terpentinöl. Im Kolben schmilzt er bei 287°, zersetzt sich zu Wasser, brenzlichem, widerlich stinkendem Oel und Bernsteinsäure, die sich in weißen Krystallen am Rande der Retorte absetzt. Die Bernsteinsäure besteht aus $C_8 H_6 O_8$, gehört zu den starken Säuren, und ist auch im Terpentin enthalten, abgesehen davon, daß man sie durch Oxydation von Wachs und Fetten ꝛc. und durch Reduction von Weinsteinsäure ($C_8 H_6 O_{12}$) und Aepfelsäure ($C_8 H_6 O_{10}$) erzeugen kann. Der Rückstand ist das Colophonium succini, was zur Bereitung des Bernsteinfirnisses benutzt wird, da dasselbe sich in fetten und ätherischen Oelen löst, was der ungeschmolzene Bernstein nicht thut. Aether zieht aus dem gepulverten Bernstein einen hellgelben, stark riechenden, klebrigen Balsam, den Berzelius (Pogg. Ann. 12. 420) für das hält, was der Bernstein ursprünglich war, aber vielleicht jetzt ärmer an flüchtigem Oel wie ehemals. Die unlöslichen Bestandtheile des Bernsteins mögen sich durch die Länge der Zeit aus diesem Balsam gebildet, aber allmählig einen Theil desselben so umschlossen haben, daß dessen weitere Veränderung dadurch gehindert worden ist. Man hüte sich vor Verwechselung mit Copal, welcher sich jedoch schon in gewöhnlichem Alkohol löst, während er für Bernstein wasserfrei sein muß.

Vorkommen. Bisher sah man den Bernstein als ein Product der tertiären Braunkohle, sogar der ältesten Braunkohlenformation an. So werden Italien, Spanien, Frankreich, England, selbst die Haseninsel nordwestlich Disco bei Grönland (Jahrb. 1868. 738) als Fundorte angegeben. Man darf bei diesen Angaben dann aber nicht vergessen, daß unter dem Namen alle bernsteinartigen Harze verstanden werden, welche scharf von einander zu scheiden bis jetzt noch nicht gelungen ist. So kommt bei Lemberg im Sandstein der Kreideformation mit riesigen Austern ein ausgezeichneter Bernstein in faustgroßen Stücken vor: er ist noch edler und glänzender als der Preußische, und duftet beim Anzünden auf das feinste. Aehnlich finden wir ihn im Grünsande von Neu-Jersey. In der Pechkohle des Plänerkalkes von Skutsch bei Riechenburg im Chrudimer

Kreise von Böhmen führt Reuß einen schwefelhaltigen an. Derselbe fand im Gallicischen die Foraminiferen des Wiener Tertiärgebirges. Daubré fand Bernstein im Braunkohlengebirge von Lobsann im Elsaß (Retinit?), Schubert (Abriß Miner. 1853 pag. 232) sogar von der Alp bei Kirchheim an der Teck. Dieß ist nun jedenfalls nicht Product des Bernsteinbaums der Ostseeländer. Wenn es sich daher um die Erklärung des Bernsteins handelt, so nennt man dabei immer das Hauptvaterland: die große norddeutsche Ebene, die Mark, Pommern, besonders die Ostseeländer von Danzig bis Memel. Auch der $2\frac{1}{2}$ Meilen lange Angernsee bei Riga lieferte beim Abgraben zum Austrocknen viel Bernstein. Zu Gr. Schönebeck bei Zehdenik und bei Brandenburg fand man 1833 ein großes Lager, und grub Stücke bis 4 ℔ schwer aus. Die pommerschen Bauern graben Winters im Lehm nach Bernstein. Von diesem glaubte Göppert, daß er der Diluvialzeit, der Zeit der Mammuthe in der Alten und der Zeit der Mastodonten in der Neuen Welt angehöre: von Holland über die germanisch-sarmatische Ebene hin durch Sibirien, Kamtschatka bis nach Nordamerika erstreckte sich der Coniferenwald. Ihr Harzreichthum konnte sich jedenfalls mit der Neuseeländischen Dammara australis messen, obgleich deren Zweige und Aeste von weißen Harztropfen so starren, daß sie wie mit Eiszapfen bedeckt erscheinen (Berl. Akad. 28. Juli 1853). Man hat im Magen des nordamerikanischen Mastodon Reste von Thuja occidentalis gefunden, die der im Bernstein vollkommen gleichen soll. Dann hätte die Bildungszeit des Bernsteins bis an die äußerste Grenze der Schöpfungsgeschichte heraufgereicht. Doch ist es viel wahrscheinlicher, daß dieser jüngere Bernstein auf secundärer Lagerstätte liegt. In neuern Zeiten fand er sich auch bei Catanea an der Sicilischen Küste (Jahrb. 1871. 981), der „im äußern Ansehen mit unserm sehr übereinstimmt, ausgenommen einige seltene Stücke von sapphirblauer, chrysolith- oder hyacinthartiger Farbe". Die Alten haben ihn wahrscheinlich schon gekannt, aber zu den Steinen gestellt, zumal da auch förmlich schwarze darunter sein sollen. Den berühmtesten Punkt bildet die Samländische Küste von Pillau nördlich bis zum Dorfe Groß-Hubniken, eine Länge von 3 Meilen. Die Küste westlich Königsberg und zwischen dem Kurischen und Frischen Haff geht von Nord nach Süd. In der rauhen Jahreszeit, besonders gegen den Winter, peitschen und unterwühlen die Winde die Küste: die Bernsteinfischer waten hinein, und fangen mit Netzen das Bernsteinkraut, mit welchem eine Welle öfter mehrere Pfund Bernstein auf einmal ins Netz wirft. Die Küste von Strandreitern bewacht, war früher jährlich für 10,000 Rthlr. von der Regierung verpachtet, das machte auf den Tag noch nicht 25 Rthlr., während jetzt die Pacht 200 Rthlr. täglich beträgt (Isis 1868. 189), so hat sich die Sache gehoben! Was an Bernstein in jener Gegend, selbst von Bauern beim Pflügen, gefunden wird, muß bei Strafe abgeliefert werden, doch erhält der Finder $\frac{1}{10}$ des Werthes. Die sandigen Ufer sind stellenweis 150′—200′ hoch, und an ihrem Fuße liegt ein schwarzer mit Stücken von Braunkohlen gemengter sehr vitrio-

lischer thonigter Sand, der den Bernstein enthält. Landeinwärts bei Groß-Hubniken und Kraxtepellen sucht man die Schicht durch oberirdische Grabarbeit bis zu 130' Tiefe zu erreichen, jetzt schritt man sogar zu unterirdischem Abbau vor (Jahrb. 1873. 880): der Landbernstein ist größer als der Seebernstein, an der Oberfläche rauher, und hat die meisten organischen Einschlüsse. Zu diesen sich immer erweiternden Gräbereien kommt jetzt auch noch das Baggern: bei Schwarzenort im Frischen Haff liegen dazu 12 Dampfschiffe bereit. Als G. Rose (Reise Ural pag. 4) 1829 durch Königsberg kam, sah er bei dem Pächter Douglas einen Vorrath von 150,000 ℔ in einem massiven durch eiserne Thüren verschlossenen Gewölbe aufgespeichert, und in Kisten und Körbe nach der Größe der Stücke geordnet. Man hat Tabellen, die bis in das Jahr 1535 hinaufreichen, und nach diesen ist die alljährliche Ausbeute von 150 Tonnen à 80 Berliner Quart sich gleich geblieben. Nach Runge (Ausland 1867. 886) beträgt jetzt die jährliche Ausbeute 200,000 ℔, wovon die Hälfte auf das Schöpfen im See kommt, 70,000 ℔ gebaggert und 30,000 ℔ gegraben werden.

Die Größe und der Werth der Stücke ist sehr verschieden: im Berliner Museum befindet sich eines von $13\frac{3}{4}$'' Länge, $8\frac{1}{2}$'' Breite und 3—6'' Dicke, es wiegt 13 ℔ $15\frac{3}{4}$ Lth. und 8 Lth. wurden von dem Finder abgeschlagen, derselbe bekam 1000 Rthlr. Belohnung, so daß es auf 10,000 Rthlr. geschätzt ist; es fand sich 1803 in einem Wassergraben auf dem Gute Schlappachen zwischen Gumbinnen und Insterburg. Neuerlich kam ein unansehnlicheres weißes 20 ℔ schweres für 2000 Rthlr. bei Cammin angekauftes dazu. Auch Plinius erwähnt eines Stückes von 13 ℔ (à 24 Lth.): maximum pondus is glebae attulit XIII librarum. Das Museum von Madrid soll eines von 8 ℔ besitzen. Für den Handel werden sie in 5 Klassen gebracht:

1) Sortiment 0,8 p. C., Stücke von 5 Loth und darüber;
2) Tonnenstein 9,6 p. C., 30—40 Stücke auf 1 ℔ gehend;
3) Fernitz 6 p. C., kleine reine Stücke von 1—2 Cubikzoll;
4) Sandstein 64,7 p. C. bildet noch kleinere Stücke;
5) Schluck 18,9 p. C. heißt der unreine Sandstein.

Sandstein und Schluck, sowie der Abgang beim Dreher dient größtentheils zur Destillation der Bernsteinsäure, welche officinell ist, und der Rückstand gibt das Colophonium succini zur Bereitung des Bernsteinfirnißes und Bernsteinlacks. Aus dem Tonnenstein und Fernitz werden hauptsächlich Perlen gemacht, die bei den Negern, Südseeinsulanern und Ostasiaten den reißendsten Abgang finden. Das Sortiment geht meist roh nach Constantinopel, wo es zu Pfeifenspitzen verarbeitet wird, weil die Türken glauben, dieselben nähmen keine ansteckenden Stoffe auf: eine große Spitze von milchweißem Bernstein ohne Flecken und Adern soll daselbst mit 40—100 Rthlr. bezahlt werden. Daher wechselt denn auch der Werth von 30 Pfennig bis auf mehrere hundert Thaler für 1 ℔.

Dieser Handel mit Bernstein ist uralt, und geht noch heute nach Jahrtausenden seinen Landweg über Breslau und Odessa nach Constantinopel.

Jene kalten Gegenden Germaniens würden für die südlichen Völker wenig Reiz gehabt haben, wenn sie nicht mit diesem kostbaren Product bevorzugt wären. Und gerade der Bernstein gibt uns einen der schönsten Beweise, wie weit schon alte Völker herum kamen. Bei den Griechen wird er bereits mit den Dichtungen und Mythen über die ältesten Nationalgötter in Verbindung gebracht. Die Mythe bezeichnet ihn als Thränen der Schwestern des Phaeton, Sohn des Sonnengottes, der mit dem Wagen seines Vaters fast die Erde verbrannt hätte. Im Westen heruntergeschleudert beweinten ihn seine Schwestern, die Heliaden, und von den mitleidigen Göttern endlich in Bäume verwandelt, hörte der Strom ihrer Thränen noch nicht auf, er wurde zu Bernstein. Bei Homer Odyss. 15. 459 bietet ein Phönizischer Schiffer „eine Goldkette, durchreiht mit *ἠλέκτροις*", zum Verkauf. Schon Pytheas von Massilia 340 a. Ch., der nach Brittannien und Thule kam, scheint auch diese Gegenden besucht zu haben: denn nach ihm heißt es bei Plinius 37. 11, der Bernstein werde gefunden bei den Guttonibus (Gothen) Germaniae genti accoli aestuarium Oceani, Mentonomen nomine, spatio stadiorum sex millium: ab hoc diei navigatione insulam abesse Abalum (das Preußische Paradies, Fischhausen, ein Versammlungsort seit Urzeit, weil es fruchtbar ist gegen die öde Küste): illuc vere fluctibus advehi, et esse concreti maris purgamentum: incolas pro ligno ad ignem uti eo, proximisque Teutonis vendere. Die Teutonen werden hier zum ersten Male erwähnt. Zu Plinius Zeit wußte man ganz gewiß, wo der Bernstein herkam: certum est gigni in insulis septentrionalis Oceani, et a Germanis appellari *glessum* (Glys schwedisch). Die Stelle lag 600,000 Schritte à 5', also über 100 Meilen, nördlich von Carnutum in Pannonien (Gegend von Preßburg), was vortrefflich auf Königsberg stimmt. Julianus, der dem Nero ein Gladiatorenspiel besorgen sollte, schickte einen römischen Ritter expreß hin, und dieser brachte so ungeheuer viel mit: ut retia arcendis feris, podium protegentia succino nodarentur: arma vero, et libitina (Todtenbahren), totusque unius diei apparatus esset e succino. „Ein kleines Menschenbildniß von honiggelbem Bernstein war dem Römer lieber, als ein lebendiger Mensch. Die Spielwürfel aus dem reinen Bernstein sind so weiß, wie die beinernen." Wie sie aus Bergkrystall Kühlkugeln, so machten sie aus Bernstein Riechkugeln. In den Gräbern wird er oft gefunden, bei Naneslen in Schlesien gibt Göppert (Arch. Anthropol. 1867. II. 111) gegen 2 Ctr. an. Vieler von dem sogenannten Bernstein aus den Gräbern muß mit Vorsicht aufgenommen werden: so kommen bei Hallstadt in den dortigen mittelalterlichen Gräbern große Ringe, sogenannte Spindeln vor, die innen einen Strohhalmdicken kreisförmigen Kanal haben, der sich nicht anders als durch Guß um einen fremden Gegenstand erklären läßt. Heute werden die klaren Sorten von der sogenannten Kunstfarbe am höchsten geschätzt: man schleift sie mit Trippel auf Bleischeiben, und gibt ihnen durch Reiben in der Hand Glanz. Durch vorsichtiges Glühen und Kochen in Leinöl wird er besser

gemacht. Der nachgemachte aus Terpentin, Gummi, Gummilack zergeht schon in bloßem Wasser. Der Bernstein im Libanon gehört zum

Retinit.

Als eine gelbliche Erde häufig in der norddeutschen Braunkohle, und wegen ihrer Aehnlichkeit mit Bernstein Bernerde von Werner genannt. Hatchett (Philos. Transact. 1804. 402) fand ihn in der Braunkohle von Bovey in Devonshire, meinte er sei aus Harz und Asphalt zusammengesetzt, nannte ihn daher Retinasphalt (ῥητίνη Harz), was Breithaupt in Retinit verkürzte. Hauy's Résinit. Er führt uns in das Heer harzartiger Dinge, die in allen Formationen gefunden werden.

Sehr spröde Körner meist in Braunkohle eingesprengt, außen gewöhnlich erdig, innen aber muschelig und glänzender als Bernstein. Lichte gelblichweiße Farbe und auch das Gewicht 1,08 des Bernsteins, wenn er nicht verunreinigt ist. Verbrennt mit aromatischem Geruche, und wird vor dem Schmelzen erst elastisch wie Cautschuk. Daß wir es hier mit bernsteinartigen Producten zu thun haben, lehrt gleich der erste Anblick. Aber Retinit ist im Alkohol löslicher als Bernstein: Hatchett gibt bei den Englischen 55 p. C. lösliches Harz, 41 unlösliches und 3 erdige Theile. In der Braunkohle von Cap Sable an der westlichen Küste von Maryland kommen Stücke bis zu 5 Zoll Durchmesser vor (Dr. Troost Gilbert's Ann. 1822. Bd. 70. 297), undurchsichtig gelb, graubraun, 1,07 Gew., wenn kein Schwefelkies darin ist, der ihn schwerer macht. Mit 55,5 in Alkohol löslichen und 42,5 unlöslichen Theilen. In der Kohle auf der Haseninsel pag. 930 bei Grönland, selbst im Schwerspath bei Glücksbrunn liegt Retinit eingesprengt. Sehr häufig findet man in den Braunkohlenbrüchen im Stadtgraben von Halle an der Saale, bei Langenbogen, bei Altenburg ꝛc. klare braungelbe Harzstücke eingesprengt, wovon sich nach Buchholz 91 p. C. in Alkohol lösen. Sie gleichen auffallend den Harzen in der Braunkohle von Meyersdorf in Niederöstreich. Dagegen kommen in der Moorkohle des Grünsandes von Walchow (Walchowit) und Obora bei Boskowitz nördlich Brünn in Mähren sehr reine runde Klumpen von Faust- bis Kopfgröße vor, stellenweis gelb, meist aber graulich gelb und geflammt wie Kugeljaspis, und stärker glänzend als Bernstein. Schrötter (Pogg. Ann. 59. 61) bekam unter den Destillationsproducten Ameisensäure. Alkohol zieht 1,5 p. C. wohlriechendes Harz aus, Naphtha selbst bei der Siedhitze nur wenig, concentrirte Schwefelsäure löst ihn dagegen schon in der Kälte: $C_{12} = 80,4$, $H_9 = 10,7$, $O = 8,9$. Es ist das ansehnlichste unter den fossilen Harzen, und dürfte in Beziehung auf Menge und Größe selbst den Bernstein noch übertreffen. Durch Glanz und honiggelbe Farbe prangen die Körner in der Quaderkohle von Uttigsdorf, die aber trotz ihrer Bernsteinähnlichkeit keine Bernsteinsäure geben sollen. Der Highgate Resin (Copalin) liegt im alttertiären Thone der Highgate Hills bei London. In der berühmten Woodwardischen Sammlung, die mit großer Sorgfalt zu Cambridge auf-

bewahrt wird, findet sich schon ein Stück aus den Thongruben bei Islington. Die amorphe, hellgelbe bis dunkelbraune Masse erinnert sehr an Walchowit. Gew. 1,04. Erhitzt verbreitet es einen aromatischen Geruch, schmilzt ohne sich zu zersetzen. Alkohol löst wenig. Enthält nur 2,7 Sauerstoff, dagegen 11,7 H und 85,4 C. Siegburgit Jahrb. 1875. 128 bildet im Braunkohlensande von Siegburg bei Bonn knollige tiefgefurchte Concretionen, innen von lichtgelber Farbe, Härte 2, beim Verbrennen mit aromatischem Geruch, mit 85,1 Kohle. Rosthornit Jahrb. 1871. 561 bildet in der tertiären Kohle bei Klagenfurt granatbraune Linsen, die sich mit dem Fingernagel ritzen lassen, 84,7 C, 11,1 H, 4,1 O. Bernerde nennt man in Norddeutschland gelbliche Moorkohle, welche von wohlriechenden Harzen durchzogen mit angenehmem Geruch verbrennt. Ihrer Consistenz nach gleicht sie der Wachskohle. Im Lehm der Mark (Kreuzberg bei Berlin) rührt sie nicht selten von verwittertem Bernstein her, was die Arbeiter mit Wohlgefallen in ihren Pfeifen rauchen. Von mineralogischer Bestimmung kann da nicht mehr die Rede sein. In der Hartithaltigen Braunkohle pag. 928 kommt zu gleicher Zeit ein weißes Harz (Hartin $C_{20} H_{17} O_2$) vor, was Schrötter (Pogg. Ann. 59. 45) mit Steinöl ausziehen und krystallisiren lassen konnte. Aether zog dagegen ein Alpha- und Betaharz aus. Aehnlich verhält sich der Jaulingit, Harzsubstanzen in der Braunkohle von Jauling bei St. Veit (Sitzber. Wien. Akad. 1855. XVI. 366); der schwärzlich braune Piauzit aus der Braunkohle von Piauze in Krain; der derbe hyacinthrothe Ixolyt von Oberhart bei Gloggnitz. Xyloretin wurde von Forchhammer mit Alkohol aus fossilem Fichtenholz ausgezogen. Ambrit bildet Kopfgroße, gelbe klare Stücke zu Auckland auf Neuseeland, und können daher leicht mit Dammaraharz verwechselt werden, aber unlöslich in Alkohol, Aether, Benzin 2c. Bogbutter (Butyrit) aus irländischem Torf, nähert sich dem Ambrit, riecht aber urinös, ist zerreibbar, und schon in heißem Wasser löslich. Nauckit (Jahrb. 1860. 809) heißt ein krystallisirtes Harz, was sich bei Crefeld aus altrömischem Pech gebildet hatte. Tasmanit (Jahrb. 1865. 480) von Tasman bildet kleine harzige röthlichbraune Linsen in einem sehr blättrigen bituminösen Schiefer. Härte 2, Gew. 1,8. Enthält 79,3 C, 10,4 H, 4,9 O und 5,3 Schwefel. Der Trinkerit (Jahrb. 1870. 779), größere derbe, hyacinthrothe Massen mit parallelen Sprüngen, und starkem Fettglanz in den ältern eocenen Süßwasserablagerungen von Istrien enthält ebenfalls 4,7 S. In der

Steinkohle sind die ausgeschiedenen Harzproducte zwar seltener, aber sie kommen vor: Middletonit von Middleton und Newcastle mit Harzglanz, röthlichbraun, tief roth durchscheinend. An der Luft sich schwärzend. Gew. 1,6. $C^{20} H^{11} O$ (Johnston Philos. Mag. 1838. XII. 261). Bildet dünne Lagen oder gerundete Knollen zwischen Steinkohlen. Scleretinit (Mallet Philos. Mag. 1852. IV. 261) aus der Steinkohle von Wigan, braunschwarz und röthlich durchscheinend, $C^{10} H^7 O$. Es läßt sich bei solchen Dingen freilich nicht entscheiden, ob es ursprünglich Harze oder

nur später verhärtete Oele waren. In Sammlungen verhärten die Sachen häufig. Ein interessantes Beispiel liefert der Krantzit aus der Braunkohle von Lattorf bei Bernburg, wo er in großen Massen vorkommt. Darin liegen zitzenförmig gerundete Absonderungen, die da zeigen, daß die Masse wie Harz geflossen ist. Er hat wie der Retinit eine schöne honiggelbe Farbe, läßt sich aber wie Kautschuk drücken. Erst an der Luft wird er hart, $C^{10} H^8 O$ (Journ. prakt. Chem. 76. 65). Bei Brüsterort an der Nordwestspitze des Samlandes bringen die Taucher aus dem Grunde der See Stücke mit runzelig-bröcklicher Kruste hervor, worunter eine völlig weiche elastische Masse von 0,934 Gew. sitzt, die an Krantzit erinnert, und wohl für „unreifen Bernstein" gehalten ist, Jahrb. 1873. 880. Die Sachen scheinen also an die Oele und Copale anzuknüpfen, ähnlich den subfossilen Pflanzenproducten der Tropen.

Guayaquillit bildet bei Guayaquil in Columbien „ein mächtiges Lager". Von hellgelber Farbe, Gew. 1,09, in Alkohol mit gelber Farbe leicht löslich 15 Sauerstoff, 8 Wasserstoff, 76,7 Kohlenstoff. Berengelit aus der Provinz St. Juan de Berengela, wo er in so großen Mengen vorkommt, daß er in dem Guano-Hafen von Arica in Süd-Peru zum Kalfatern der Schiffe gebraucht wird, da er die merkwürdige Eigenschaft hat, geschmolzen schmierig zu bleiben. Dunkelbraun mit einem Stich ins Grün, gelber Strich. Im kalten Alkohol löslich $C_{40} = 72$, $H_{31} = 9{,}1$, $O_8 = 18{,}8$. Scheint mehr zu den Weichharzen zu gehören.

Nichtfossile Harze

unterscheidet der Botaniker dreierlei: Hart-, Weich- und Federharze. Die Federharze (Kautschuk und Guttapercha) werden im Milchsafte verschiedener Pflanzen angetroffen; Kautschuk ohne Sauerstoff in der Siphonia elastica; Guttapercha in Isonandra Gutta wird erst durch Erwärmen stark elastisch. Weichharze sind schmierig, wie z. B. der Vogelleim. Zu den Hartharzen gehört vor allen das Fichtenharz, aus welchem durch Entfernung des flüchtigen Oels das Colophonium (Geigenharz) dargestellt wird. Der Mastix von Pistacia lentiscus soll die Zusammensetzung des Bernsteins haben. Besonders aber verdient der **Copal**, hauptsächlich von Hymanäenarten in Guinea stammend, der in großen Mengen im Handel vorkommt, ins Auge gefaßt zu werden. Derselbe hat ein auffallend bernsteinartiges Aussehen, nur ist er klarer und durchsichtiger. Er findet sich oft in Flußanschwemmungen, wie Bernstein, und hat da schon Veränderungen erlitten. Nach Martius kommen an den Pfahlwurzeln der Hymanaea curbaril einer brasilianischen Leguminose Klumpen von 6—8 ℔ Schwere vor, sie sollen aber nie Insekten enthalten. Dagegen trifft man an der südafrikanischen Küste Copale, die von Insekten wimmeln. Manche davon sehen sogar nach der mitvorkommenden rothen Erde halbfossil aus. Ich habe z. B. ein Stück von 1 Cubikzoll vor mir, worin wenigstens 200 kleine Ameisen sitzen, ganz wie im Bernstein. Wenn die Fundorte richtig sind, so würde nicht blos der ostindische Copal, der

aus der Vateria indica fließt, Insekten einschließen. Jedenfalls zeigen diese Harze, die ebenfalls in Weingeist nicht oder doch nur schwer löslich sind, wie leicht man durch das äußere Ansehen irre geführt werden kann. Schrötter (Pogg. Ann. 59. 73) hat die Analyse mehrerer zusammengestellt, um chemisch darzulegen, daß Bernstein und Retinit ebenfalls Harze seien, und daß die Veränderungen, welche sie erlitten haben, sich weit mehr auf ihre nähern Bestandtheile, das ist auf die Art und Weise, wie die Atome ihrer Elemente sich unter einander verbunden haben, als auf die quantitativen Verhältnisse derselben erstrecken:

	C	H	O
Retinit	12	9	1
Bernstein	10	8	1
Copal	10	9	1
Mastix	10	8	1
Elemiharz	10	8	1
Fichtenharz	8	6	1
Dammaraharz	16	13	1

Copalfirniß ist sehr wichtig, aber viele Copale muß man, ehe sie in Alkohol und Terpentinöl gelöst werden können, vorher wie den Bernstein schmelzen. Mehrere Handelswaare zeigt auf der Oberfläche kleine sechsseitige Warzen, eine Gänsehaut, die nach dem Gesetz der Bienenwaben neben einander stehen, und deren Entstehung ich mir nicht erklären kann.

4. Organische Salze.

Außer Kohlen, Bitumen und Harzen kommen endlich noch Salze mit organischen Säuren vor, die ebenfalls nicht dem Steinreiche als solchem angehören, obgleich sie im Schooße der Erde sich theilweis erzeugt und erhalten haben. Wie leicht das möglich war, erklären nicht blos die Anhäufung von Pflanzenstoffen, sondern auch die thierischen Reste, wie sie noch bis in die historische Zeit herauf besonders an Meeresküsten sich ablagern. Man darf nur das Guano anführen, worin Vauquelin und Klaproth (Beitr. IV. 299) nicht blos oxalsauren Kalk, sondern auch concrete Harnsäure als wesentlichen Bestandtheil angeben. Nach Humboldt bedeutet Huanu (die Europäer verwechseln immer Hua mit Gua und u mit o) in der Sprache der Inca Mist. Die Guanoinseln und Klippen befinden sich alle zwischen dem 13ten und 21sten Grad südlicher Breite, wo es nicht regnet, und wo sich der Mist der Pelicane, Flamingos, Möven, Taucher 2c. bis 120′ Mächtigkeit anhäufen konnte. Bei Arica verbreitete die kleine Isla di Guano einen solchen fürchterlichen Gestank, daß die Schiffe deßhalb sich der Stadt nicht ganz zu nähern wagten, ja selbst auf dem Meere mußte der Schiffer niesen, wenn er einem Guanero (Guano-Fahrzeuge) begegnete. Seit der Regierung der Incas ist Guano ein wichtiges Object der Staatswirthschaft, die Küste von Peru wäre ohne diesen Mist unbewohnbar. Ja jetzt ist sogar die Bodencultur

Europas davon abhängig geworden. Auf den drei Chincha-Inseln 2 Meilen westlich Pisco etwa 14° südlicher Breite liegen ungefähr 12 Millionen Tonnen à 20 Ctr., und davon sind 1840—1860 bereits 3 Millionen ausgeführt (Reise der österreich. Fregatte Novara 1862. III. 312). Bis jetzt ist zwar hauptsächlich nur die nördliche Insel in Angriff genommen, allein schon den jetzigen Bedarf können die Inseln nicht lange mehr befriedigen, in dieser Beziehung wurde früher viel übertrieben (Bronn's Jahrb. 1859 823). Es gibt freilich noch andere Vorräthe, aber sowie sie in Angriff genommen werden, ziehen sich die Vögel auf einsame unzugänglichere Felsen zurück. Der Africanische Guano südlich Arabien ist nicht so gut. Der Unterschied der Sorten, frische und alte, feuchte und trockene rc. machen unsern Oekonomen viel zu schaffen (Compt. rend. 1860. L. 887).

Honigstein.

Schon lange bekannt, Born hielt ihn für krystallisirten Bernstein, andere für Gyps mit Bergöl angeschwängert. Werner gab ihm den passenden Namen nach seiner honiggelben Farbe (Bergm. Journ. 1789. II. 1, pag. 395), den Hauy in Mellite übersetzte. Melichronharz. Die Braunkohle von Artern in Thüringen war lange der einzige Fundort, jetzt sind sie auch ausgezeichnet in der Steinkohlenformation von Tula gefunden. So bernsteinartig sie auch aussehen mögen, so sind sie doch alle krystallisirt, und zwar im

4gliedrigen Krystallsystem. Die glänzenden um und um gebildeten Oktaeder haben nach Kupfer 93° 6′ in den Seiten- und 118° 14′ in den Endkanten, folglich

$$a = \sqrt{1{,}795},\ \lg a = 0{,}12703.$$

Ihre etwas krummen Flächen eignen sich nicht zu scharfen Messungen. Das Oktaeder hat einen versteckten, jedoch gut erkennbaren Blätterbruch, ist aber meist verletzt, zellig und mit fortificationsartigen Absonderungsflächen bedeckt. Doch selbst die zerfressensten und mit Kohlenmulm durchzogenen zeigen Spuren glänzender Krystallflächen. Auch kleine Abstumpfungen der Ecken kommen hin und wieder vor: die zweite quadratische Säule a : ∞a : ∞c häufiger als die stark gewölbte Geradendfläche c : ∞a : ∞a. Negative optische Axe, das schwarze Kreuz öffnet sich, so bald die Axenebene a c mit der Polarisationsebene zusammenfällt. Jenzsch beschreibt sie daher geradezu als optisch zweiaxig. Wenn die Breithauptschen Störungen pag. 139 regelmäßigen Einfluß hätten, so könnte auch eine nach einer Axenebene a c häufig wahrnehmbare Grenze Zwillingsbedeutung haben.

Honig- bis wachsgelb, halbdurchsichtig, Härte 2, Gew. 1,59. Harzglanz. Wenig spröde, starke doppelte Strahlenbrechung. Göppert fand Coniferenzellen darin eingeschlossen.

Vor dem Löthrohr brennt er nicht, sondern wird schnell schneeweiß, darauf schwarz und zuletzt abermals weiß. Diesen Rückstand färbt Ko-

baltsolution schön blau, wie reine Thonerde. Wegen des Weißbrennens hielt man ihn anfangs für Gyps, bis Klaproth 1799 (Beitr. III. 114) die Pflanzensäure darin nachwies, welcher er den Namen Honigsteinsäure (Acidum melilithicum) = $C^4 O^3$ gab, kurz Mellithsäure, die mit Oxalsäure in nächster Verwandtschaft steht. Nach Wöhler (Pogg. Ann. 7. 330) enthalten sie

$$41{,}4\ \bar{M},\ 14{,}5\ \ddot{A}l,\ 44{,}1\ \dot{H},\ \text{etwa}\ \ddot{A}l\ \bar{M}^3 + 18\ \dot{H}.$$

Liebig nahm die Honigsteinsäure als eine Wasserstoffsäure

$$C^4 O^4 H = C^4 O^3 + H O,\ \text{gibt die Formel}\ \ddot{A}l\ \bar{M}^3 + 15\ \dot{H}.$$

Honigstein löst sich in kalter Salpetersäure in großen Stücken, bleibt dabei durchsichtig, nur bleiben Flocken zurück, die sich aber später vollkommen lösen. Die Verbindung ist so schwach, daß kochendes Wasser nach mehreren Stunden aus dem Pulver einen bedeutenden Theil der Honigsteinsäure auszieht, so wurde Klaproth auf die Entdeckung der Säure geführt, die erst jetzt künstlich erzeugt worden ist (Jahrb. 1873. 628): aus Kohle entsteht durch Oxydation vermittelst Uebermangansäure in alkalischer Lösung Mellithsäure $C_6 (COOH)_6$. Gegenwärtig behandelt man den Honigstein mit Ammoniak, zersetzt das gebildete honigsteinsaure Ammoniak durch salpetersaures Silberoxyd, und das honigsteinsaure Silberoxyd durch Salzsäure. Die Honigsteinsäure krystallisirt dann in farblosen, luftbeständigen, scharfsauren Nadeln.

Hauptfundort ist die Braunkohle von Artern am Kiffhäuser, wo er gerade nicht selten und zwar bis zu zollgroßen Krystallen vorkommt. Volger gibt ihn auch als zarten honigfarbigen Anflug in der Braunkohle von Dransfeld an. Reuß (Leonhard's Jahrb. 1841. 249) erwähnt rindenund plattenförmige Ueberzüge, selten in höchst verzogenen Oktaedern aus der Braunkohle von Luschitz südlich Bilin in Böhmen. Derselbe beschlägt sich an der Luft mit blaßgelbem Mehle, was man auch bei dem von Artern findet. Glocker (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 36. 62) hat Haufwerke kleiner Oktaeder in der Moorkohle von Walchow, wo der Retinit so ausgezeichnet vorkommt, gefunden. Kokscharow beschreibt strohgelbe Krystalle von Nertschinsk und Tula. Hier beim Dorfe Malowka scheint es älteres Kohlengebirge zu sein.

Carolathin (Sonnenschein Zeitschrift Deutsch. Geol. Gesellsch. V. 223) aus den Steinkohlen zu Zabrze bei Gleiwitz in Oberschlesien, honigsteinähnliche Trümmer in den Kohlen bildend, Härte 2—3, Gew. 1,5. Verglimmt vor dem Löthrohr ohne Flamme und läßt 47,25 $\ddot{A}l$ und 29,6 $\ddot{S}i$ zurück. Das Uebrige ist eine Huminartige Substanz von 19,4 C, 2,4 H und 1,3 Sauerstoff.

Oxalit

mit dunkel strohgelber Farbe wurde von Sack 1817 in der Braunkohle auf der Johanniswiese von Gr. Almerode in Hessen entdeckt, bald darauf aber deutlicher in der Moorkohle vor Kolosoruk bei Bilin, und von Breithaupt (Gilbert's Ann. 1822, Band 70 pag. 426) Eisenresin genannt,

weil man ihn für honigsteinsaures Eisen hielt. Doch zeigte Rivero (Ann. Chim. Phys. 1821. tom. 18. pag. 207), daß es oxalsaures Eisen sei und nannte es Humboldtin, Leonhard Humboldtit, Hauy Fer oxalaté, Phillips Oxalate of Iron.

Es ist das 2te Mineral, worin eine organische Säure nachgewiesen ist, und nimmt deßhalb unsere Aufmerksamkeit in besonderen Anspruch, obgleich es an sich nicht blos zu den Seltenheiten gehört, sondern auch wenig hervorstechende Kennzeichen hat. In Böhmen höchstens in nadelförmigen Krystallen, die Hauy für 4gliedrig hielt. Meistens bildet es nur traubige, plattige Ueberzüge, die ins Erdige übergehen, und dann wegen ihrer ockergelben Farbe leicht mit Brauneisenocker verwechselt werden können, aber das Gewicht beträgt nur 2,2.

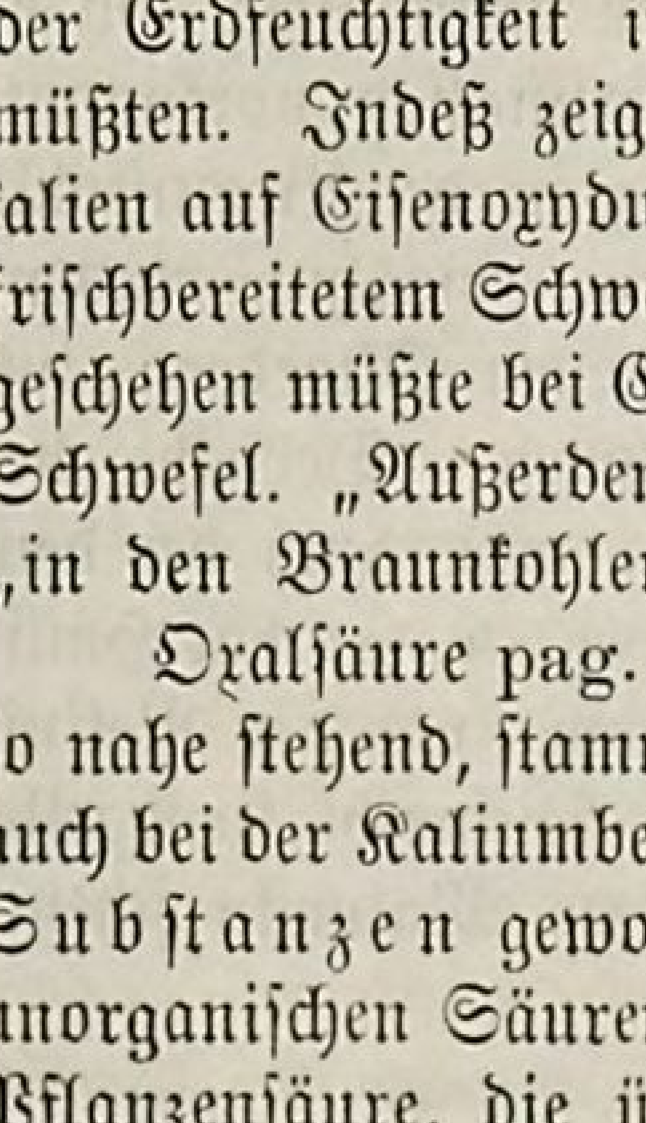
In der Flamme schwärzt er sich sogleich und wird dann roth und magnetisch. In Säuren löslich, von Alkalien wird er zerlegt, indem sich Eisenoxydul mit grüner Farbe abscheidet, welche bald ins Rothbraune übergeht. Nach der sorgfältigen Analyse von Rammelsberg (Pogg. Ann. 46. 283) besteht er aus

$$2\,\dot{Fe}\,\ddot{C} + 3\,\dot{H} \text{ mit } 41{,}1\ \dot{Fe},\ 42{,}4\ \ddot{C} \text{ und } 16{,}5\ \dot{H}.$$

Dagegen hat Berzelius geltend zu machen gesucht (Pogg. Ann. 53. 638), daß er kein bloßes Eisenoxydulsalz sein könne, sondern wenigstens einen Theil Eisenoxyd enthalten müsse, da Eisenoxydulsalze, Jahrtausende hindurch mit der Erdfeuchtigkeit in Berührung, nothwendig in Oxydsalze übergehen müßten. Indeß zeigte Rammelsberg, daß nicht blos das Verhalten zu Alkalien auf Eisenoxydul hinweise, sondern er mischte auch Pulver mit klarem frischbereitetem Schwefelwasserstoff, es entstand durchaus keine Trübung, was geschehen müßte bei Gegenwart von Eisenoxyd in Folge von ausgeschiedenem Schwefel. „Außerdem ist Oxalit ohne Zweifel eine sehr neue Bildung „in den Braunkohlen der Tertiärformation des nördlichen Böhmens."

Oxalsäure pag. 675, durch ihre Zusammensetzung der Honigsteinsäure so nahe stehend, stammt jedenfalls hier aus dem Pflanzenreiche, ob sie gleich auch bei der Kaliumbereitung als Nebenproduct aus rein unorganischen Substanzen gewonnen wird, und sie in sofern zwischen organischen und unorganischen Säuren mitten inne steht. Sie ist nicht bloß die allgemeinste Pflanzensäure, die übrigens auch im Thierreiche vorkommt, sondern auch wohl die stärkste organische Säure überhaupt. Daher darf es uns nicht verwundern, sie hier im Braunkohlengebirge noch anzutreffen.

Oxalsaurer Kalk (Whewellit) wird von Brooke (Phil. Mag. Juniheft 1840) in kleinen meist Zwillingskrystallen auf Kalkspath sitzend, der wahrscheinlich von Ungarn stammt, beschrieben. Nach beistehender von Miller (Elem. introd. to Mineralogy pag. 626) entlehnten Horizontalprojection gehört er dem 2 + 1gliedrigen Systeme an: Säule m = a : b : ∞c macht vorn 100° 36′, ihre scharfe Kante wird durch b = ∞a : b : ∞c gerade abgestumpft; die vor=



dere Schiefendfläche $e = a : \infty b : c$, welche die Zwillinge gemein haben, macht vorn in Kante $e/m = 128^0\ 2'$; die hintere Gegenfläche $c = \infty a : \infty b : c$ macht in $c/e = 109^0\ 28'$; $s = a : \frac{1}{3}b : \frac{1}{2}c$, $x = \infty a : b : c$, $f = a' : b : \frac{1}{2}c$, $u = a : \frac{1}{2}b : \infty c$. Flächen c m b sind blättrig, m parallel der Axe c und f parallel der Mediankante gestreift. Zwillinge haben e gemein und liegen umgekehrt, $c/c' = 141^0\ 4'$. Kleine farblose stark glänzende Krystalle von 2—3 Härte und 1,8 Gew. Sie bestehen aus

$$\dot{C}a\ \dddot{C}\ \dot{H} \text{ mit } 49{,}3\ \dddot{C},\ 38{,}4\ \dot{C}a,\ 12{,}3\ \dot{H}.$$

Kleesaurer Kalk fehlt vielleicht in keiner Pflanze, er ist in Wasser, selbst in Essigsäure nicht löslich, durch Glühen verwandelt er sich in kohlensauren Kalk. Daher würde es nicht überraschen, wenn er sich dereinst in größern Mengen wenigstens im Braunkohlengebirge vorfinden sollte. Conistonit soll kein Mineral sein, und Thierschit (Erdmann's Journ. prakt. Chemie 60. 50) auf den cannelirten Marmorsäulen des Parthenon dankt den lebenden Flechten die Oxalsäure.

Gebirgsarten.

Darunter versteht man entweder Gemische einzelner Mineralspecies oder Anhäufung eines Minerals in solcher Masse, daß förmliche Gebirge entstehen. Die Sache bringt es mit sich, daß zwischen Gebirgsarten und Mineralen keine feste Grenze gezogen werden kann. Gewöhnlich bilden die Gebirgsarten das Muttergestein der Minerale. Doch stellen sich dabei allerlei Schwierigkeiten ein, die man nicht immer gehörig überwinden kann. Man hilft sich da, so gut es eben geht. Jedenfalls muß ein gebildeter Mineraloge auch mit diesen Gebirgsarten vertraut sein, zumal da sie für die empyrischen Kennzeichen die größte Bedeutung haben. Da jedoch die Gebirgsartenlehre (**Petrographie**) heutiges Tages einen wesentlichen Theil der Geognosie bildet, so will ich hier nur einige Andeutungen machen (Epochen der Natur pag. 112). Die Eintheilung beruht hauptsächlich auf folgenden drei Gesichtspunkten:

1) Ob chemisches Product oder mechanischer Niederschlag.

Die chemischen Producte sind natürlich fester bestimmbar als das zufällig mechanisch zusammengeflözte oder durch Zertrümmerung und Veränderung entstellte Schlamm-, Sand- und Schuttgebirge. Und von den chemischen Producten sind die auf heißem Wege gebildeten wieder viel wichtiger, als die auf nassem Wege ausgeschiedenen. Man hält in dieser Hinsicht dreierlei auseinander:

Feuer-, Wasser-, Metamorphische-Gesteine.

Luft hat nur wenig zur Felsenbildung beigetragen. Sie dient zur Erzeugung der Gebirgskrume, die den Felsen vor weiterer Zerstörung schützt. Kann man auch die drei Gruppen nicht scharf scheiden, so ist doch an der Bildungsweise nicht zu zweifeln. Eine eigenthümliche Mittelstellung hat das metamorphische Gestein. Die Metamorphose ist eine doppelte: Feuergesteine wie der Granit zerfallen durch Einwirkung von Wasser und Luft zu Grus, der durch Infiltrationen wieder fest zusammenbäckt; Wasserniederschläge wurden durch Feuer erhitzt und nahmen so ein krystallinisches Gefüge an, wie viele Schiefer der Alpen.

2) Structur und Textur bezogen auf Felsen und Minerale.

Die Mineraltextur ist **körnig** (Granitisch), **dicht** (Grundmasse), **porphyrisch** (die Vermischung von beiden). Auch kommt es wesentlich darauf an, ob die Minerale sich im glasigen (vulkanischen) oder frischen (urgebirgischen) Zustande befinden. Die Felsstructur ist massig oder geschichtet; compact oder porös. Die porösen haben eckige (Schlacken) oder runde Hohlräume (Mandelsteine). Diese Höhlungen sind frei oder mit fremdartigen Substanzen ausgefüllt. Alles das bestimmt den Namen einer Felsart.

3) Mineralspecies-Combination.

In dieser Hinsicht unterscheidet man einfache und gemengte Gesteine. Die Mengung ist willkürlich und hat keine Grenze, doch pflegt man auch hier gern auf **ein** Mineral das Hauptgewicht zu legen.

Da man bei der Aufzählung kein rechtes Princip festhalten kann, so ist es gut, auf das Alter und die Bedeutung der Gesteine in Beziehung auf Häufigkeit Gewicht zu legen. Im Urgebirge zeigt sich hauptsächlich der Gegensatz von Körnigen und Porphyrischen; höher geht das allmählig ins Dichte und Mandelsteinige über. Basalt und Klingsteine leiten das Glasige ein, was sich dann in den jüngsten Trachyten und Laven zu förmlichen Gläsern ausbildet. Nach und nach verlieren die Massen an mineralischem Charakter, und gehen zuletzt ganz im Flözgebirge auf. Folgende acht Gruppen A bis H werden das darlegen.

A. Frische körnige Gesteine.

Man kann darunter alle geschichteten und ungeschichteten Silicate begreifen, in denen sich die einzelnen Mineraltheile sicher von einander sondern lassen. Sie gehören hauptsächlich dem ältesten Gebirge an, und haben sich wahrscheinlich trotz des frischen Ansehens auf heißem Wege gebildet. Dennoch schließen sie mechanisch Flüssigkeiten ein. In der Beurtheilung darf man nicht übersehen, daß die Temperatur, bei welcher ein Körper für sich erstarrt, niemals derjenigen gleiche, bei welcher er aus seinen Lösungen fest wird (Bunsen, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1861. XIII. 61).

a) Feldspath herrscht vor.

1. Granit.

Feldspath überwiegt, Glimmer wenig aber sichtbarer als Quarz: alle drei liegen körnig nebeneinander und können scharf von einander geschieden werden. Es ist das häufigste, älteste und krystallinischste aller Gebirgsarten. Obgleich der Name von granum das Korn entlehnt ist, so kommt er doch nicht bei den Alten, noch nicht einmal bei Agricola vor. Er verschwimmt hier unter marmora und saxa. Erst

Cäsalpinus (de metallicis 1596 lib. II cap. 11) entlehnte ihn von italienischen Künstlern; Hill (History of Fossils 1748 pag. 498) und Guettard (Mém. sur les Granites de France 1751) führten ihn in die Wissenschaft ein. Daher verliert er sich bei Wallerius (Mineralr. 1750 pag. 196) noch unter den Felssteinen.

Nach G. Rose (Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch. I. 352) kommt außer Kalifeldspath öfter noch Oligoklas pag. 279 von röthlicher, grünlicher, gelblicher, weißer Farbe mit Zwillingsstreifen vor. Neben weißem Kali- stellt sich auch schwarzer Magnesiaglimmer ein. Der krystallinische Quarz schließt viel Flüssigkeit ein, muß sich daher unter hohem Druck erzeugt haben. Hornblende fehlt nicht ganz, doch sobald sie in größerer Menge eintritt, nennt man das Gestein Syenit. Turmalin, Granat, Zirkon, Dichroit, Gadolinit, Orthit &c. und viele andere Minerale bilden darin hin und wieder untergeordnete Gemengtheile. Man kann hauptsächlich zweierlei unterscheiden:

porphyrischen Granit, worin sich eine körnige Grundmasse zeigt, in welcher die großen weißen Karlsbader Zwillinge in Menge zerstreut liegen. Seine kühnen plumpen Felsenmassen sieht man schön auf der Badischen Seite des Schwarzwaldes; die Sudeten, das Erz- und Fichtelgebirge, die Roßtrappe auf dem Harze &c. zeigen ihn in besonderer Schönheit. Die Farbe vorherrschend grauweiß und selten mit Oligoklas. Er geht über in den

gleichkörnigen Granit (Granitit) mit fleischrothem Feldspath und deutlichen Oligoklas von anderer Farbe. Sein Korn ist bald gröber, bald feiner. Gehört mit zu den schönsten Gesteinen, welche wir kennen. Auf Gängen und in kleinen Stückgebirgen bilden sich öfter sehr grobkörnige feldspathreiche Partieen aus (Ganggranit). Da zeigen sich auch krystallinische Massen, wo die Blätterbrüche in großer Flucht aushalten; nehmen dieselben hohle Quarzkrystalle in paralleler Stellung auf (Mursinsk), so hat man das Schriftgranit (Pegmatit) genannt, weil senkrecht oder schief gegen die Quarzsäulen geschnitten schriftartige Züge hervortreten.

Protogin nannte Jurine in Genf (Mineral. Taschenbuch 1807. 810) den Granit des Mont-Blanc, worin der Glimmer durch chloritischen Talk vertreten ist, der sich krummschichtig durch das Gestein hindurchzieht. Saussure's Granite veiné. Am Monte Rosa bildet der Chlorit oft so regelmäßige Schichten, daß man das Gestein mit gleichem Rechte Gneis nennen könnte. Die Blöcke in den Alpen und Oberschwaben heißt das Volk Geisberger.

Weißstein Wr. (Granulit Weiß), ein feinkörniger Feldspath mit Quarz, worin ganz kleine Granaten, öfter von Cyanit begleitet, eingesprengt sind. Streifungen erinnern an Schichtung, auch sondert er sich gern in Platten, die nach Dr. Hochstetter der Schichtung nicht conform sind. So kommt er am Nordrande des Sächsischen Erzgebirges und im Böhmerwalde zwischen Prachatitz, Krumau und Budweis in den Gneis

eingelagert vor, mächtige elliptische Stückgebirge bildend. Davon verschieden sind die kleinkörnigen Ganggranite in den Vogesen und dem Schwarzwalde, die man auch so genannt hat, obgleich ihnen Quarz und Granaten fehlen.

Der eigentliche Granit soll keinen Oligoklas und nur weißen Kaliglimmer haben, und Granitel will man die Abänderungen heißen, welchen einer der drei Bestandtheile fehlt.

2. Gneis

nennt der sächsische Bergmann seit alter Zeit sein Erzführendes Gestein. Es ist ein geschichteter Granit, in dem der dunkelfarbige Glimmer zunimmt und sich schichtenweis lagert. Doch kann man den Feldspath zwischen den Glimmerschichten noch deutlich erkennen, auch der Quarz fehlt nicht. Alle sind noch krystallinisch, wenn gleich sie an Schönheit gegen den Granit verloren haben. Einerseits geht er in den Granit, andererseits in den Glimmerschiefer über. Bildet die Hauptmasse des geschichteten Urgebirges von unergründeter Mächtigkeit, und da er vom Granit durchbrochen wird, so ist er selbst älter als viele Granite. Im Allgemeinen möchte er aber, schon wegen seines mehr unkrystallinischen Wesens jünger sein.

Es ist nicht uninteressant, die Entstehung des Gneises aus dem Granite zu verfolgen: anfangs werden die Glimmerblättchen groß, und lagern sich krummflächig zwischen Feldspath und Quarz, sind jedoch noch isolirt. Die Blätter ziehen sich in die Länge (werden flasrig), reichen sich nach dieser Längsdimension einander die Hand, und umhüllen schönblättrige elliptische Feldspathklumpen (Augengneis). In den Alpen ist es oft gar nicht möglich, solche flasrigen Gneise vom Granite veiné zu trennen. Endlich wird der Feldspath so feinkörnig, und die Glimmermasse nimmt so zu, daß im Querbruch sehr regelmäßige Horizontalstreifen entstehen. Dieß ist der normale Gneis, der über die weitesten Strecken herrscht. Er hat an der Zusammensetzung der Erde den wesentlichsten Antheil, und ist von Erzen vielfach angereichert. In den Alpen wird der Glimmer häufig Chlorit und Talk, und dann entstehen eine Reihe von Gesteinen, über deren Namen man in Verlegenheit kommt. Der Feldspath wird endlich immer kleinkörniger, verliert an seinen markirten Kennzeichen, und so gelangen wir zu Gesteinen, welche dem Glimmerschiefer zum Verwechseln ähnlich werden, und die sogenannten Phyllite einleiten.

b) Glimmer herrscht vor.

3. Glimmerschiefer.

Folgt seinem Lager nach gewöhnlich über dem Gneise, und ist daher jünger. Nach Werner's Definition soll ihm Feldspath fehlen und zwischen der herrschenden Glimmermasse nur Quarz lagern, der zuweilen sehr sichtbar körnig eingesprengt oder in großen Ellipsoiden hervortritt.

Gewöhnlich hat jedoch der Glimmer seine Form eingebüßt, er ist noch mehr als bei den Lagern des Gneises zu dünnen continuirlichen Blättern gepreßt, denen alles parallel geht. So entstand ein Gestein, dessen regelmäßige Schichtung zu den ausgezeichnetsten gehört, welche wir überhaupt kennen. Bei den ächten Glimmerschiefern glänzt der Blätterbruch noch so stark, daß über das krystallinische Gefüge kein Zweifel walten kann. Trotzdem scheint die ganze Masse wie der feinste Schlamm nachgiebig, sie biegt sich nicht blos krummflächig, sondern zeigt auch die zarteste Fältelung: die kleinen Falten gehen gewöhnlich einander parallel.

In den niedern deutschen Urgebirgen findet man ächte Glimmerschiefer nicht häufig, ob sie gleich nicht fehlen (Fichtelgebirge, Sachsen, Böhmen). Desto größere Rollen spielen sie in den Alpen, doch machen sie hier die buntesten Gemische und Uebergänge in

Chloritschiefer pag. 295 mit dunkelgrüner und Talkschiefer pag. 296 mit lichtgrüner bis weißer Farbe. Das fettige Anfühlen läßt die letztern oft sicher erkennen. Am allerschwierigsten ist jedoch die Grenze zum Thonschiefer hin (Urthonschiefer, über dem Glimmerschiefer Platz greifend) festzustellen, doch hat letzterer ein mehr schlammiges (klastisches) als krystallinisches Gefüge, auch schließt derselbe, mit Ausnahme des Chiastolith's pag. 353, keine augenfälligen Silicate ein, oder wo diese vorkommen, rechnet man die Gesteine besser zu der Glimmerschiefergruppe, die in dieser Beziehung am reichsten ist: Granat, Staurolith, Cyanit, Turmalin, Smaragd, Rutil, Magneteisen, Strahlstein und viele andere Minerale werden darin gefunden. Die Thonglimmerschiefer der Alpen sind ein wichtiges metamorphisches Gebilde.

c) Quarz herrscht vor.

Da der Quarz sich auch auf nassem Wege krystallinisch bilden kann, so führt er uns theilweis aus dem Urgebirge in das Flözgebirge hinaus. Indessen genügt bei diesen sogenannten „einfachen Gebirgsarten" die Citirung des mineralogischen Namens. Auch ist es geradezu falsch, wenn man Feuerstein pag. 249, Opale pag. 254 ꝛc. bei den Gebirgsarten aufführt, da diese nie Gebirge bilden, selbst Kieselschiefer pag. 251, Hornstein pag. 250 sind ein- für allemal bei den Mineralien abgemacht, und wenn der reine Quarz, der in Gängen und Lagern das Ur- und Uebergangsgebirge, insonders der Alpen, so häufig durchschwärmt, und gern das Muttergestein des Goldes bildet, einmal als „Gebirgsquarz" vorkommt, so hat man ihm den passenden Namen Quarzfels (Quarzit) gegeben. Solche Quarzfelsen von mannigfachstem Wechsel in der Masse trifft man besonders schön im Granit des Bayer'schen- und Böhmer-Waldes, wo er ein vortreffliches Material zur Glasbereitung bietet. Der sogenannte Pfahl (Vallum) setzt 28 Stunden weit als „zackiger oft abentheuerlich geformter Felsenkamm" fort. Von Thierlstein südwestlich Cham bis Bruck südöstlich Zwiesel beträgt der Weg im porphyrischen Granit 18 Stunden, und nach Hrn. Dr. Hochstetter setzt er sogar nördlich nach

Böhmen fort. Ganggranit verwandelt sich öfter ganz in krystallinischen Quarz, wozu der schöne Rosenquarz pag. 241 besonders vom Hünerkobel bei Zwiesel gehört. Beryll, Turmalin, Triphylin, Columbit kommen in den Quarzfels eingesprengt vor (Wineberger, Versuch geogn. Beschr. Bayerischen Waldgebirges pag. 50). Bei Böhmisch Neustadt und am Jeschkengebirge im Bunzlauer Kreise nimmt er Blättchen von verhärtetem Talk auf, und zeigt Neigung zum Schieferigen. Im

Greisen der Zinnsteingänge von Altenberg und Zinnwald in Sachsen, Schlackenwalde in Böhmen und in Cornwallis herrscht körniger hellgrauer Quarz, dem Blättchen von talkigem Glimmer beigemischt sind. Der Feldspath tritt zurück, doch läßt die Art des Auftretens noch erkennen, daß das Gestein vom Granite herkomme. Gesellt sich dazu Turmalin, so heißt es Schörlfels, und wenn es sich schichtet, Schörlschiefer. Topasfels pag. 383 nannte Werner die zerstörte Gneisnadel am Schneckenstein bei Gottesberg auf dem sächsischen Voigtlande. Quarz herrscht darin, Turmalin und Topas ist eingesprengt. Der Feldspath verräth sich durch Steinmark. Das Gestein sieht sehr zertrümmert aus. Wichtiger als verbreitete Gebirgsart, wenn auch nicht in Deutschland, ist Eschwege's

Itacolumit in Brasilien, der seinen Namen vom Berge Itacolumi bei Villa Ricca bekommen hat: ein feinkörniger weißer Quarz, zwischen welchem äußerst sparsam dünne Chloritblättchen liegen. Man würde ihn geradezu für einen Sandstein halten können, wenn nicht die Körner eine eigenthümliche Rauhigkeit und Eckigkeit zeigten, wodurch sie sich wie die Krystalle des Statuenmarmors in einander fügen. Nach Eschwege (Gilbert's Ann. 1820. 65. 411) geht er einerseits in Chloritschiefer über, ist aber in Thonschiefer eingelagert. 1780 kam er zuerst nach Portugal, und später in 4'''—6''' dicke Tafeln geschnitten, die eine auffallende Biegsamkeit haben, in den Handel. Diese Biegsamkeit machte ihn berühmt, man nannte ihn „Gelenkquarz", weil Klaproth (Beitr. II. 115) unter dem Mikroskop die Körner gelenkartig ausgeschweift gefunden hatte. Große Platten schwanken bei aufrechter Stellung mit Geräusch wie dickes Sohlleder hin und her. Uebrigens ist diese Biegsamkeit gerade nicht staunenerregend, man findet sie bei Platten von unsern glimmerigen Sandsteinen, bei Statuenmarmor ꝛc. auch, wenn gleich nicht in so bedeutendem Grade. Als Muttergestein der Diamanten pag. 360 hat es in neuern Zeiten die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, das in Brasilien über große Strecken herrscht; mit blättrigem Eisenglanz gemischt entsteht Eisenglimmerschiefer. Auch in Nordamerika (Süd-Carolina), am Ural, und sogar im Rheinischen Schiefergebirge wird neuerlich Itacolumit erwähnt. Man muß übrigens in Uebertragung solcher Namen sehr vorsichtig sein.

d) Hornblende stellt sich ein und herrscht zuletzt.

Sobald die Hornblende in den körnigen Feldspathgesteinen nur einigermaßen sichtbar wird, so hat man den Sachen besondere Namen gegeben.

Auffallender Weise tritt Hornblendereichthum mehr in den Umgebungen des Uebergangsthonschiefer auf, so daß Hornblendgesteine eine Stufe jünger als der ächte hornblendefreie Granit zu sein pflegen. Ihre Farbe ist fast immer rabenschwarz, Gemeine Hornblende pag. 307.

4. Syenit.

Werner begriff ihn anfangs mit unter Grünstein, dann nannte er ihn in seinen Vorlesungen nach der Grenzstadt Syene in Oberägypten, wo schon die alten Aegyptier ihre Obelisken und andere riesigen Monolithe herholten, worunter freilich auch hornblendefreie Granite vorkommen, die Plinius 36. 13 ohne Zweifel unter seinem Syenites mitinbegriffen hat. Da nun der Aegyptische mit rothem Feldspath und schwarzem Glimmer nur sehr wenig Hornblende hat, so daß ihn G. Rose (Zeitschrift deutsch. geol. Gesellsch. I. 368) wieder zum Granitit stellte, so ist der Name allerdings nicht gut gewählt. Rozière wollte ihn daher in Sinait verändern, weil der Berg Sinai aus ausgezeichneterem bestehe, doch ist die Sache mit Recht nicht angenommen. Die Antiquare nennen ihn passend „Rosengranit", woraus die Riesenstatue des Sesostris in Theben besteht, und der so häufig bearbeitet wurde.

Der Syenit gleicht einem Granit vollkommen, denn er enthält Feldspath (nebst Oligoklas), Quarz und gewöhnlich schwarzen Magnesiaglimmer. Dazwischen liegt aber immer etwas rabenschwarze Hornblende, die sich an ihrer fasrigen Säule leicht unterscheiden läßt. Da das Gestein vollkommen körnig ist, und sich die Hornblende nicht fein vertheilt, so bemerkt man von dem Grün letzterer wenig, allein man darf sie nur zwischen Papier zu Pulver zerklopfen, um das auffallende Berggrün sogleich zu gewahren. Die Gesteine gehören mit zu den schönsten. Bei Todtmoos im südlichen Schwarzwalde und zu St. Maurice an den Quellen der Mosel in den Vogesen sind sie porphyrisch. Am letztern Orte unterscheiden sich die großen rothen Feldspathe auffallend von dem grünlich weißen gestreiften Oligoklas. Besonders reich ist der Odenwald nördlich Weinheim: das Felsenmeer bei Auerbach an der Bergstraße besteht aus Syenitblöcken, und die vielbesuchte Riesensäule und der Riesenaltar sind zugerichtete Steine, welche aus alter Zeit herstammen; die Säulen am Heidelberger Schloßbrunnen, am Kaiserpallast von Ingelheim, der Domstein von Trier ꝛc. stammen daher, und wahrscheinlich hatten die Römer dort schon ausgedehnte Steinbrüche, Ausland 1876. 357. Syenit wird zu solchen Arbeiten vorgezogen, weil er zäher und unzerklüfteter zu sein pflegt, als der eigentliche Granit. Das prachtvollste Gestein bildet der Zirkonsyenit von Laurvig und Friedrichswärn, und neuerlich auch von den Canarien, mit seinem Labradorisirenden Feldspathe pag. 271, worin Ch. Gmelin (Pogg. Ann. 81. 314) neben 7 Kali noch 7 Natron nachwies, und der sogar in Drusen Faserzeolithe pag. 404 einschließt. Die Hornblende schmilzt oft so leicht wie Arfvedsonit, und die Zirkone liegen hauptsächlich in cerhaltiger Umgebung (Bergemann Pogg. Ann. 105. 118).

Dafür enthalten sie aber weder Oligoklas noch Quarz. Quarzfrei oder wenigstens sehr quarzarm sind auch die meisten übrigen. G. Rose's Miascit (Pogg. Ann. 47. 376) aus dem Ilmengebirge bei dem Hüttenwerke Miask und von Ditro in Siebenbürgen mit weißem Feldspath, dünnen Blättchen von lauchgrünem einaxigem Glimmer und Eläolith ist ein quarzfreies ganz ähnliches Gestein, dem wie dem eläolithhaltigen Syenit von Laurvig auch die Hornblende nicht ganz fehlt. Fußbreite Glimmersäulen in den Drusenräumen, Zirkon in großen gelben durchscheinenden Krystallen, Titaneisen (Ilmenit) von $3\frac{1}{2}$ Zoll Breite, Apatit, Flußspath, Sodalith, Cancrinit sind in den Eläolithhaltigen eingesprengt; in den Eläolithfreien braune Zirkone, Pyrochlor, Aeschynit, Monazit, Titanit, Hornblende, Epidot, Graphit.

Kleine Titanitkrystalle pag. 440 bezeichnen den Syenit ganz besonders.

5. Diorit.

Hornblende wird hier herrschender, und gibt dem Gesteine einen entschiedenen Stich in's Grün. Kalifeldspath fehlt, statt dessen findet sich Oligoklas. Freier Quarz ist jedenfalls unwesentlich. G. Rose (Pogg. Ann. 34. 1) hat über die Grünsteine eine besondere Abhandlung geschrieben. Grünstein von Werner nach dem seit alter Zeit in Schweden gebräuchlichen Namen Grönsteen (Cronstedt, Mineral. § 88 und § 267) genannt, und in der That konnte auch keine bessere Bezeichnung gefunden werden. Werner trennt dann den Syenit davon, und Hauy den Diorit, von *διορίζειν* unterscheiden, weil man darin noch Feldspath und Hornblende krystallinisch unterscheiden könne, obgleich die Theile sich oft schon sehr verwirren. Etwas Schwefelkies ist außerdem sehr bezeichnend. Diorite gehen unmerklich über in Aphanite (*ἀφανίζειν* verschwinden), worin man die Theile nicht mehr unterscheiden könne, wie in den grünen Porphyren, Mandelsteinen rc. Es ist nicht möglich, die Grenzen nach allen Seiten hin auch nur einigermaßen sicher zu ziehen. Man muß sich mit idealen Bildern begnügen. Besonders reich an solchen Hornblendegesteinen sind die Alpen, der Rhein hat sie nach Oberschwaben geführt, wo sie die Pfahlbauern zu ihren Waffen benutzten. Dann kommen die südlichen Vogesen bei Giromagny, die Granitränder des Harzes, der Ural, die Hodritsch bei Schemnitz rc., aber hier schwer von den Hornblende-Trachyten zu unterscheiden. Berühmt ist der Kugeldiorit von Corsica, Hornblende und grünlich weißer Feldspath treten fast ins Gleichgewicht, ein wahres Muster für Diorit. Doch enthält der Feldspath nach Delesse nur 48,6 Kieselerde und 12 Kalkerde, scheint also Anorthit zu sein. An einzelnen Stellen scheiden sich darin kugelförmige Absonderungen aus, die außen eine sehr regelmäßige Hülle concentrisch gelagerter Schichten von Hornblende und Feldspath haben.

6. Hornblendschiefer.

Manche derselben bestehen blos aus rabenschwarzer Hornblende, die

man an ihrer Feinstrahligkeit erkennt, auch wenn sie noch so compact beim ersten Anblick erscheinen: solche Gesteine sind jedoch nur sehr untergeordnet. Werner zeichnete besonders einen Hornblendschiefer von Miltitz südwestlich Meißen aus, wo er mit Urkalk wechsellagert (Hoffmann Handb. Mineral. II. 2 pag. 157). Dagegen kommen in den Alpen, und folglich auch unter den Oberschwäbischen Geschieben, sehr häufig Felsenmassen vor, die sich zum Diorit und Syenit gerade so verhalten, wie der Gneis zum Granit. Hier bedingt nicht der Glimmer, sondern die rabenschwarze Hornblende die Schichtung. Der Feldspath dazwischen sieht weiß aus, und scheint meist Natronfeldspath. Das Gewicht ruht bei den Hornblende-Gesteinen überhaupt nicht mehr auf den Feldspäthen, denn wenn sie Orthoklas, Albit, Oligoklas und Anorthit sein können, ja wenn in ein und demselben Stein verschiedene vorkommen, dann dürfte man bald einsehen lernen, daß mit solchen minutiösen chemischen Differenzen die Sache nicht getroffen ist. Schon Werner unterschied bei Gersdorf unweit Freiberg einen Syenitschiefer. Auch die Strahlsteinschiefer der Alpen kann man hier vergleichen, die jedoch meist nur als Beimengungen der Glimmer- und Talkschiefer erscheinen. Eines der schönsten aber sehr untergeordneten Gesteine bildet Hauy's

Eklogit (ἐκλογή Auswahl), worin sich rother Granat und smaragdgrüne Hornblende mit Augit (Omphacit pag. 318) mischen. Cyanit, Glimmer, Quarz und andere Minerale fehlen nicht. Besonders deutlich im Fichtelgebirge. Auch der bläuliche Glaukophan von der Insel Syra (Ztschr. d. geol. Ges. 1876) gehört hierhin. So könnte man jedoch in den Alpen noch eine Menge Gesteine unterscheiden.

e) Blätteraugit stellt sich ein.

Es ist eine auffallende Erscheinung, daß der ächte schwarze Augit pag. 313 bei Gesteinen, die nur einigermaßen eine Rolle spielen, sich nie mit frischem Feldspath zusammen findet, sondern stets nur mit glasigem. Auch die Diopside in den Alpen sind wie der Strahlstein untergeordnet an Talk, Dolomit ꝛc. gebunden. Dagegen bilden die blättrigen Augite (Diallag pag. 318) mit frischem Kalkfeldspath die vortrefflichsten körnigen Gesteine. G. Rose (Pogg. Ann. 34. 1) suchte zu beweisen, daß Augit nur mit Kieselerdearmem Feldspath (Labrador) vorkomme, Hornblende dagegen nur mit Kieselerdereichem (Orthoklas und Albit). Später hat sich dann gezeigt, daß beide Hornblende und Augit auch mit Oligoklas auftreten, und daß der vermeintliche Albit und Labrador gar nicht selten Oligoklas und Anorthit seien. So ist auch diese längere Zeit für so trefflich gehaltene Regel wieder gefallen.

7. Gabbro.

Leopold v. Buch hat im Magazin der Gesellschaft der naturforschenden Freunde zu Berlin 1810. IV. 128 und VII. 234 darüber zwei Abhandlungen geschrieben, und ihren nahen Anschluß an das Serpentingebirge

bewiesen. Es ist ein körniges Gemenge von Labrador und Diallag, der Diallag häufig prachtvoll grün, darnach nannte Hauy das Gestein Euphotid (εὐ und φῶς Licht). Der Feldspath ist dagegen grau, nicht selten von zähem splittrigem Bruch (Saussurit). Seit lange berühmt ist die Verde di Corsica, welche schon 1604 in Florenz zu prachtvollen Tischplatten verschliffen wurde: die breiten smaragdgrünen Blätter des Diallag stechen gegen das schäckige Grau des Saussurit vortheilhaft ab. Bei Le Prese im Veltlin ist der Diallag tombakbraun mit metallischem Schimmer, ebenso von Volpersdorf bei Neurode in Schlesien (Ztschr. d. geol. Ges. XIX. 270), auf der Baste am Harz. Eine Unterabtheilung bietet der Hypersthenfels, worin statt Diallag Hypersthen liegt. Das grobkörnige Gestein von der Pauls-Insel bei Labrador, das feinkörnigere von Penig in Sachsen, vom Monzoniberge in Tyrol bilden Muster. In Beziehung auf Lagerung schließt sich Gabbro eng an Serpentin, und dieser wieder an Hornblendegesteine.

B. Porphyre.

Plinius hist. nat. 36. 11 sagt: rubet porphyrites in Aegypto: ex eo candidis intervenientibus punctis Leptopsephos vocatur, und Agricola (natura fossil. 631) weiß schon, daß in der berühmten Sophienkirche zu Constantinopel nicht wenige Säulen aus Porphyr bestehen. Man verstand darunter nur den rothen Porphyr, während man die grünen und schwarzen Marmor nannte. Das Wesen eines ächten Porphyr macht die Grundmasse aus, welche durchaus homogen und unkrystallinisch sein muß. Sie kann glasig oder steinig sein, doch stellt man die glasigen besser zu den Gläsern. In der Grundmasse liegen alsdann Krystalle zerstreut, welche das Ganze bunt machen, worauf der Name deutet. Die Porphyre als halbkrystallinische Gesteine scheinen entschieden jünger zu sein als die krystallinisch körnigen Granite und Syenite, welche sie in kegelförmigen Bergen durchbrechen. Werner unterschied die Namen nach der Grundmasse: Hornsteinporphyr, Thonporphyr, Obsidianporphyr und Pechsteinporphyr.

8. Rother Porphyr.

Hat meist eine durch Eisenoxyd röthliche Grundmasse, die den splittrigen Bruch rauher Hornsteine zeigt. Da diese Masse feldspathartig ist, so schmilzt sie vor dem Löthrohr und entfärbt sich, daher auch Euritporphyr genannt. Mehr oder weniger Feldspath scheidet sich in allen krystallinisch aus, allein in Beziehung auf Kieselerde gibt es einen Quarzhaltigen und Quarzfreien.

Quarzhaltiger Porphyr (Felsitporphyr) bildet im Thüringer Wald die höchsten Kuppen, den Schneekopf und Inselsberg. Auch der Auersberg auf dem Unterharze, der Petersberg bei Halle, der Donnersberg drüben in der Pfalz, viele Kegel im Schwarzwalde namentlich bei

Baden-Baden bilden Muster. Der Quarz tritt außerordentlich hervor, und ist nicht blos wie im Granit krystallinisch, sondern um und um krystallisirt, so daß man Dihexaeder aus der Grundmasse herausschlagen kann. Nach G. Rose kommt neben Kalifeldspath auch Oligoklas vor, und wenn Glimmer, so Magnesiaglimmer, so daß es nichts weiter als ein unvollkommen krystallinischer Granit sein würde. Werner unterschied noch einen Feldspathporphyr (Emmerling Mineral. III. 68), der eine kleine und feinkörnige (theilweis schon dichte) Grundmasse von gemeinem Feldspath hat, worin sich dann größere gelblichweiße bis fleischrothe Feldspathkrystalle ausgeschieden haben. Sie sind ganz anders beschaffen als der Porphyrische Granit, und bilden in der That den vollkommensten Uebergang zum ächt körnigen Gestein. Sie treten daher z. B. im Schwarzwalde auf das Engste mit Gneis und Granit in Beziehung, und gar oft kommt man in Verlegenheit, ob man die Gesteine Granit oder Porphyr nennen soll. Und sobald in einem Granit auch nur Spuren dichter Grundmasse vorkommen, so zeigt der Quarz gleich Dihexaederflächen, was bei ächtem Granite nie der Fall ist.

Quarzfreier Porphyr (Porphyrit) scheint häufig jünger zu sein, als der Quarzhaltige. Seine Grundmasse ist zuweilen in Folge von Verwitterung weicher und rother, als bei vorigem, selbst mit einem Stich ins Schwarz, wie die geschliffenen Stücke von Elfdalen und der Porfido rosso antico zeigen. G. Rose nannte ihn Syenitporphyr. Cotta's Glimmerporphyr, Buch's Rhombenporphyr, nach den großen eingesprengten Feldspathkrystallen genannt, und viele anders benannten gehören in seine Nähe.

Wenn man nun aber auch alles dieses glücklich bestimmen könnte, so kommt dann die Verwitterung dazu, zu welcher der Porphyr ganz besondere Neigung hat: es bildet sich ein grauer, rauher, unansehnlicher Thonstein aus der Grundmasse, und die Krystalle darin zerfallen zu mehlartiger Porzellanerde. Das ist Werner's Thonporphyr, welchen andere Mineralogen vielleicht noch bezeichnender Porphyrartiges Gestein genannt haben. Denn in der That weiß man häufig nicht, ob man es für einen Porphyr halten soll, der von seiner Ursprünglichkeit an Ort und Stelle nur durch Verwitterung gelitten habe: oder ob es schon ein regenerirtes Gebilde (Porphyr-Tuff) sei. Sehr eigenthümlich ist der Kugelporphyr von Corsika, den man nicht mit dem dortigen Kugeldiorit verwechseln darf (Epochen pag. 137).

9. Grüner Porphyr.

Er schließt sich zunächst eng an den Diorit an (Dioritporphyr G. Rose). Die Grundmasse ist meist schwärzlichgrün, und darin scheiden sich dann die grünlichweißen Oligoklaskrystalle aus. Die Menge der Hornblende ist sehr verschieden, Quarz, Glimmer, Schwefelkies und Magneteisen gehören zu den mehr zufälligen Bestandtheilen. Wo Syenite und Diorite sich einstellen, da pflegen auch diese schönen Porphyre nicht

zu fehlen. Besonders reich ist die Gegend der südlichen Vogesen (Giromagny). Im Ural bildet der Dioritporphyr im Verein mit Diorit das hauptsächlichste Plutonische Gestein. Der Diorit ist weniger im Süden entwickelt, nimmt aber im mittleren Ural an Menge zu, und bildet im Norden die höchsten Erhebungen. Dioritporphyr kommt meist in seiner Nähe vor, „scheint aber noch verbreiteter am südlichen als am nördlichen Ural zu sein, wo er sich auch nicht zu so großen Höhen als der Diorit erhebt." Auch die Amerikanischen Gebirge liefern die vortrefflichsten Abänderungen. Im Alterthum war besonders der Lacedämonische geschätzt, Plinius hist. nat. 36. 11: pretiosissimi quaedam generis, sicuti Lacedaemonium viride, cunctisque hilarius. Das heitere Grün tritt lebhafter bei Benetzung hervor, daher fand er auch zu Brunnen- und Wasserbecken vorzugsweise Anwendung.

Diabas (Uebergangsgestein) nannte Brongniart eine andere Gruppe grüner Porphyre, worin die grüne Farbe von Chlorit herkommen soll, und außerdem finden sich Augitkrystalle eingesprengt, die zu den merkwürdigen Uralitkrystallen pag. 308 gehören. G. Rose nennt sie Augitporphyr (Uralitporphyr), sie sollen unter allen sogenannten Grünsteinen die häufigsten sein, namentlich am Ural in Begleitung der dortigen Magneteisensteine. Die Uralitporphyre charakterisiren den Ural ganz besonders, doch kommen sie auch zu Travignolo bei Predazzo in Südtyrol, zu Mysore in Ostindien rc. vor. Am Harze findet sich der Diabas vorzüglich an der Grenze, wo die Granite vom Thonschiefer absetzen, an der Roßtrappe, im Mühlthal bei Elbingerode rc. Ueberhaupt bildet der Thonschiefer des Uebergangsgebirges, worauf schon der Name hindeuten soll, die Mutter dieser merkwürdigen Gesteine, so namentlich auch im Dillenburgischen. Einerseits gehen sie zu den schwarzen Porphyren und wahren Mandelsteinen über, was schon das hohe Gewicht beweist (Uralitporphyr von Miask 3,1 Gew.); andererseits schiefern sie sich, und lagern sich zwischen die Thonschiefer ein, so daß man nicht weiß, ob man sie für Wasser- oder Feuerproducte halten soll.

10. Gabbroporphyr.

Schließt sich eng an die Gabbro an, denn wo diese ausgezeichnet vorkommt, wie z. B. an der Baste im Harzburger Forst am nordwestlichen Fuße des Brockengebirgs oder zu Todtmoos (Glatte Stein) südlich vom Feldberge im Schwarzwalde, da fehlen auch diese schönen Porphyre nicht. Die Grundmasse ist außerordentlich homogen, hat einen feinsplittrigen Bruch wie Serpentin, bleibt aber härter; bei dunkelfarbigem wird man wohl auch an Basalt erinnert. Darin scheiden sich dann die halbmetallisch schillernden Flächen des Diallag aus, deren Blättrigkeit an Glimmer erinnert. Durch Verwitterung seiner Grundmasse sind Serpentine entstanden. Vergleiche auch Dr. Weiß in Pogg. Ann. 119. 446.

C. Dichte Massen.

Dichte unkrystallinische Gebirge, die nicht das deutliche Gepräge eines Wasser- oder Trümmergebirges an sich tragen, kommen gerade nicht viel vor. Oder wenn sie auch vorkämen, so steht bei dem Mangel an krystallinischer Bildung immer für Zweifel ein großer Raum offen. Auch pflegt man die Sachen, wo es nur irgend angeht, immer zu den Porphyren mit überwiegender Grundmasse zu stellen. So hat z. B. Werner's

Thonporphyr häufig das Ansehen eines Porphyrtuffes, der auf secundärem Wege sich gebildet hat. Während andere wie der Hälleflinta pag. 273 von Dannemora so frisch aussehen, daß sie mit den frischesten krystallinischen Graniten wetteifern. Die Franzosen nennen solche Dinge **Eurit**, nach ihrer Schmelzbarkeit vor dem Löthrohr.

Dichter Grünstein, die Grundmasse von den grünen Porphyren, nähert sich in allen möglichen Uebergängen den ächten Porphyren, entfernt sich dann aber durch Schichtung, Aufnahme von Kalkspath (Schalstein) und kugelförmige bis erdige Absonderung so weit von aller ächten chemischen Bildung, daß wir es hier offenbar oft mit Trümmergesteinen zu thun haben. Die Franzosen bezeichnen es passend mit **Aphanit**, worin alle mineralogische Scheidung verschwindet. Auch der alpine Spilit gehört dazu. Nur der

Serpentin pag. 299 hat eine Gleichartigkeit des Bruchs und eine Frische des Aussehens, daß er sich den schönsten Gebirgsarten ebenbürtig zur Seite stellt. Um so mehr muß es befremden, daß man ihn seit der Entdeckung der Afterkrystalle von Snarum nicht mehr zu den unmittelbaren chemischen Niederschlägen zählen mag. Durch die Ausdehnung und Verbreitung seiner Bergkuppen, die übrigens zu den unfruchtbarsten gehören, welche wir kennen, spielt er eine nicht unwichtige Rolle auf der Erdoberfläche. Schließt in Schlesien und Böhmen Opale und Kieselmassen verschiedener Art ein, bildet die Mutter der Pyrope, Chromeisensteine, güldischen Arsenikalkiese 2c.

D. Melaphyre und Mandelsteine.

Sie treten hauptsächlich in der Steinkohlenformation auf. Durch ihre schwarze Farbe erinnern sie an den Basalt, daher werden sie auch wohl Basaltit genannt, allein der Olivin ist ihnen noch nicht wesentlich. Wenn Augit sich ausscheidet, so ist es gemeiniglich der schwarze basaltische Augit. Daher schielen die Gesteine stets zu den Basalten hinüber, und man hat seine Noth, sie davon gehörig zu trennen. Die Schweden nennen sie auch Trapp. Trappa heißt nämlich Treppe, der Name soll auf die kuppenförmigen Gebirge anspielen, welche von den Schichten des Uebergangsgebirges treppenartig umgeben sind, wie z. B. die Kinnekulle am Wenernsee. Werner machte eine besondere Trappformation, die er passend

dem Steinkohlengebirge unterordnete, und rechnete dahin den Grünstein, Mandelstein, Klingstein und Basalt. Der Name Melaphyr stammt von Alexander Brongniart (μέλας schwarz, und phyr die 2te Silbe von Porphyr), daher übersetzte ihn L. v. Buch in schwarzen Porphyr (Leonhard's Taschenb. 1824. 289), welcher nach seinen theoretischen Ansichten den Jura gehoben haben sollte, und sich besonders im Fassathale geltend macht (Jahrb. 1876. 63). Nicht selten bilden sich darin runde Blasenräume (sogenannte Mandeln), die mit Chalcedon und Amethyst austapezirt zu sein pflegen, worin sich dann Kalkspath und Zeolithe verschiedener Art angehäuft haben. Verwittert das Gestein, wozu es große Neigung zeigt, so fallen die kieseligen Mandeln heraus. Diese sind vortrefflich gerundet, höchstens an einer Kante schneidig, und scheinen Gasentwickelungen ihren Ursprung zu verdanken. Das Kohlengebirge von Oberstein ist besonders reich. Mandeln können zwar auch in andern dichten und glasigen Gesteinen sich zeigen, besonders zahlreich treten sie jedoch nur in diesen Augitischen Bildungen auf. Eine grüne Farbe der Grundmasse ist nicht selten, sie rührt aber von beigemengtem Chlorit, und weniger von Hornblende her. Ja kleinere Mandeln sind zuweilen ganz mit Chlorit erfüllt, so stammt z. B. die Veronesische Erde aus den Mandelsteinen bei Verona. Auch bestehen nicht selten Afterkrystalle von Augit aus solcher Grünerde pag. 295. Alles dies erschwert die scharfe Bestimmung außerordentlich. Auch hat es dann gar oft den Anschein, als wenn die Natur sich nicht so fest an Regeln gebunden hätte, wie wir sie gern in unserm Kopfe wünschten. Der Geognost darf hier nur wie Werner im Großen sondern, und muß das Einzelne der Mineralogischen Analyse überlassen, die dann aber nicht aus jeder Kleinigkeit besondere Felsnamen schaffen darf. Der Anschluß an den quarzfreien Porphyr pag. 952 oft sehr innig.

E. Basaltische Gruppe.

Sie gehört vorzüglich dem Gebirge nach der Steinkohlenzeit an. Wie bei den heutigen Vulkanischen Gesteinen Trachyt- und Basaltlaven, so gehen hier immer Basalt und Klingstein parallel. Der Feldspath ist, wo er vorkommt, schon **glasig**. Die chemische Analyse unterscheidet zwischen einem in Säure löslichen und einem in Säure unlöslichen Antheil. Letzterer ist der Kieselerdereichere.

Klingstein.

Phonolith, bildet ein ausgezeichnet porphyrisches Gestein mit einer hellfarbigen Grundmasse, worin sich weiße glasige Feldspathkrystalle ausgeschieden haben. Hornblendenadeln, Nephelinblättchen, und häufig Nosean hat das Mikroskop nachgewiesen. Da er nicht selten eine Neigung zum Plattigen zeigt, so nannte ihn Werner Porphyrschiefer. Die große Homogenität dieser Platten beweist ihr Klang, worauf der Name

des gemeinen Mannes hindeutet. Quarz findet sich nicht mehr frei darin auch soll er niemals Augit wohl aber Hornblende enthalten. Neuerlich hat sich auch kleiner gelber Titanit darin gefunden. Gew. 2,57. Schon Klaproth (Beitr. III. 229) lieferte im Anfange dieses Jahrhunderts eine Analyse des Klingstein's vom Donnersberge bei Milleschau, dem höchsten Berge im Böhmischen Mittelgebirge. Er wies 8,1 Natron darin nach, was Aufsehen erregte, da man bis dahin dieses Alkali nur im Steinsalz gekannt hatte. Aber erst Ch. Gmelin (Pogg. Ann. 14. 357) zeigte, daß die Grundmasse einen mit Säure gelatinirenden Bestandtheil enthalte, denn das Pulver 24 Stunden mit Salzsäure übergossen, erzeugt bei manchen eine steife Gallerte, wie der Faserzeolith pag. 403. Daraus läßt sich nun leicht die große Menge von Natrolith erklären, wie er z. B. in den Felsen von Hohentwiel vorkommt. Der unlösliche Rückstand ist Kalifeldspath. Durch Verwitterung soll vorzugsweise die Zeolithmasse ausgelaugt werden. Das quantitative Verhältniß zwischen Zeolith- und Feldspathsubstanz wechselt aber außerordentlich. Der Klingstein vom Hohen-Krähen am Bodensee hatte 55 lösliche und 45 p. C. unlösliche Substanz; der von der Pferdekuppe in der Rhön dagegen nur 16 lösliche und 84 unlösliche Theile. Klingstein bildet häufig auffallend kühne Felsen, so im Höhgau den Hohentwiel und Hohen-Krähen, welche neben dem Basaltischen Hohen-Höwen und Hohenstoffeln jäh aufsteigen, oder geradezu wie im Böhmischen Mittelgebirge und in der Rhön „im Basalte zu schwimmen scheinen" (Taschenbuch 1827. a. 104). Der Biliner Stein in Böhmen, die Klingsteine im Velay sind ausgezeichnet.

Nephelingestein pag. 428 wurde zuerst von Leonhard auf dem Katzenbuckel, dem höchsten Gipfel des Odenwaldes, erkannt. Seiner Farbe nach steht die Grundmasse zwischen Basalt und Klingstein, es scheiden sich darin aber stellenweis viele mikroskopische Nephelinkrystalle neben etwas Magneteisen und Augit aus. Das Mikroskop zeigt gewöhnlich Nadeln von Apatit, die man am Löbauer Berge in der Oberlausitz schon mit bloßem Auge erkennt. Schließt sich dem Melaphyr an.

Basalt.

Dieses berühmte Gestein war schon dem Agricola de natura fossilium 631 vortrefflich bekannt: quoddam marmor est ferrei coloris, qualis est basaltes ab Aegyptiis in Aethiopia repertus, cui non cedit Misenus, neque colore, quem eximie ferreum habet: neque duricia, quae tanta est, ut eo fabri ferrarii pro incude utantur . . . super hunc basalten Stolpa arx episcopi Miseni est extructa. Plinius hist. nat. 36. 11 erwähnt den Namen nur einmal, sonst heißt er Basanites Plinius 36. 38 (König Og von Basan, Josua 12. 4). Zu Werner's Zeit war es der wichtigste Streitpunkt, ob Basalt auf heißem oder nassem Wege entstanden sei. Die außerordentliche Häufigkeit, wenn auch nur in isolirten Bergkegeln, macht ihn zumal bei seiner Lavenähnlichkeit zu

einem der wichtigsten Gesteine. Zirkel, Untersuchung über die mikroskopische Zusammensetzung und Structur der Basalte, Bonn 1870.

Er bildet eine schwarze harte schwere Grundmasse, in welcher sich klarer gelber Olivin pag. 321 krystallinisch ausgeschieden hat. Das Gewicht erreicht 3,1. Wenn Feldspath vorkommt, so ist es glasiger Kalkfeldspath. Gar häufig findet man auch Körner von schlackigem Magneteisen darin, dem er theilweise auch seine Farbe dankt. Basaltischer Augit ist viel häufiger als Basaltische Hornblende. Die Analyse unterscheidet ebenfalls einen in Säure löslichen und einen unlöslichen Theil, jener ist zeolithisch, dieser augitisch, so daß man wohl Augit und Zeolithe mit Magneteisen als die wesentlichen Bestandtheile der Grundmasse ansehen darf, wozu sich Olivin, glasiger trikliner Feldspath und Nephelin gesellt, sogar Leucit, welcher in Dünnschliffen mit dem Mikroskop leicht nachgewiesen ist. Man spricht daher jetzt gern von Feldspath-, Nephelin- und Leucit-Basalten (Jahrb. 1870. 358). Letzterer ist selten, dagegen scheinen die Nephelinbasalte in unserer schwäbischen Alp vorzuherrschen, nur daß sie schwer von den harten Tuffen unterschieden werden können: Magneteisen bildet opake Flecke; Olivin hat Risse und eine charakteristische Verwitterungsrinde; und die Massen oblonger klarer Täfelchen sollen Nephelin sein (Dr. Möhl, Württ. Jahrh. 1874. XXX. pag. 238). Zum Verglasen zeigt er keine sonderliche Neigung, wohl aber zum Verschlacken: d. h. es erzeugen sich auf der Oberfläche allerlei gedrängte eckige Poren in ihm. Schneeweißer Faserzeolith, krystallisirt bis dicht, bricht öfter auf schmalen Gängen und Drusenräumen. Das merkwürdigste Phänomen ist jedoch die regelmäßige Zerklüftung zu Säulen, die alle parallel neben einander liegen, und die in früherer Zeit wegen ihrer vortrefflichen Ausbildung allgemein für Krystalle gehalten wurden. Die Säulen selbst steigen aus der Tiefe unter den verschiedensten Richtungen heraus, doch behalten sie auf kleine Entfernung und bei kleinen Bergen gern die gleiche Lage bei, bei diesem Berge nur wenige Zoll, bei jenem mehrere Fuß dick. Durch Quersprünge sind sie zergliedert, so daß man leicht Stücke abheben kann. Schreitet die Verwitterung weiter vor, so runden sich die Kluftflächen, und wir bekommen dann Kugelformen. Mancher plattet sich auch, wie der im Reiche des Königs Og. Werner unterschied daher einen Säulen-, Kugel- und Tafel-Basalt. Viele zeigen jedoch nichts von solcher Zerklüftung.

Am vorherrschendsten ist homogener Basalt, der sich an zahllosen Punkten findet: in Deutschland sind das Böhmische Mittelgebirge, die Rhön, der Meißner, das Vogelsgebirge, der Westerwald, das Siebengebirge, die Eifel, das Höhgau bekannt. An der Schwäbischen Alp zwischen Reutlingen und Boll versteckt er sich unter den Basalttuffen. Die regelmäßigen Basaltsäulen der Burg bei Stolpen in Sachsen, mit 6—20 Zoll dicken und 30—40 Fuß langen Säulen, woraus dem Werner zwischen Dresden und Kesselsdorf ein Denkmal errichtet wurde, erwähnt schon Agricola; nicht minder ausgezeichnet finden sie sich bei

Wittgendorf ohnweit Zittau, wovon Reichel (die Basalte und Säulenförmigen Sandsteine der Zittauer Gegend) so schöne Abbildungen gegeben hat. Am großartigsten trifft man sie am Riesendamm (Giants Causeway) an der nördlichen Küste der Grafschaft Antrim in Irland. Die Säulen der Fingalsgrotte auf Staffa sollen mehr Grünsteinartig sein.

Wenn die Basalte an der Oberfläche verschlacken, dann kann man sie nicht von Augitischen Laven unterscheiden. Oft werden sie auch ausgezeichnet porphyrisch, indem sich die Augitkrystalle in großer Regelmäßigkeit ausscheiden, wie z. B. bei Sasbach am Kaiserstuhl im Breisgau, neben welchen krystallinisch ausgebildeter Eisenolivin pag. 322 liegt. Freilich kann man diesen auch wegen der Mandeln zu den Mandelsteinen rechnen.

Dolerit (*δολερός* trügerisch) nannte Hauy die krystallinisch körnigen Gesteine, die untergeordnet im Basalte des Meißner in Hessen einbrechen, sie bestehen aus Augit und glasigem Labrador mit schlackigem Magneteisen und können leicht in Handstücken mit Diorit verwechselt werden, worauf der Name deuten soll. Leonhard's

Anamesit (*ἀνάμεσος* in der Mitte) soll die feinkörnigen Abänderungen bezeichnen, die mitten zwischen Dolerit und dichtem Basalt inne stehen: dahin gehört z. B. der durch seinen Sphärosiderit pag. 511 berühmte Basaltstrom auf der linken Seite des Mains unterhalb Hanau, das Straßenpflaster von Frankfurt und das Straßenmaterial für die ganze Umgegend liefernd. Die schwärzliche Masse, in deren Drusen der braune Sphärosiderit liegt, hat ein gleichmäßiges Korn wie Dolomit. Olivin fehlt.

F. Trachyt und Lava.

Unter der Lava versteht man ursprünglich Gesteine, die in glühendem Strome aus der Mündung eines Kraters hervorgeflossen sind. Da aus dem Strome Gase entweichen, so pflegt nicht blos die Oberfläche, sondern auch die Tiefe des Gesteins von unregelmäßigen Poren durchdrungen zu sein. Dasselbe ist aber nicht nothwendig. An einem Vulkanberge sollte daher alles geschmolzene Gestein hervorgeflossen sein. So lange die Berge brennen, liefert der Brand ein vortreffliches Bestimmungsmittel. Allein es kommen neben brennenden auch viele ausgebrannte Vulkane vor: Auvergne, Eifel, Kammerbühl bei Eger, in Italien die Rocca monfina, das Albanergebirge 2c. Da ist dann eine Vermischung und Verwechselung mit der Basaltgruppe unvermeidlich. Wie umgekehrt die Basaltgruppe auch viele ausgezeichnete Ströme zeigt.

Trachyt

(*τραχύς* rauh) nannte Hauy (Traité de Minér. 1822. IV. 579) jene lichtfarbigen mit feinporöser Grundmasse versehenen Gesteine, den deutschen Trappporphyr (Buch Abhandl. Berl. Akad. 1819. 129), worin sich nicht selten

glasige Feldspathkrystalle in großer Schönheit ausscheiden, neben Glimmer, Hornblende und ändern Krystallen; nur Augit ist fremd. Das Gestein steht dem Klingstein in der Basaltgruppe parallel, und ist wie diese nicht in Strömen, sondern in Massen hervorgebrochen. Der Feldspath gehört nach Abich (Geol. Beobacht. über die Vulkanischen Erscheinungen und Bildungen in Unter- und Mittel-Italien) der kieselreichen Abänderung $\dot{R}\ddot{S}i + \dddot{R}\ddot{S}i^3$ an. Nach ihm kann sogar zwischen Klingstein und Trachyt keine Grenze gesteckt werden. Bimstein, Obsidian und Perlstein sind wesentliche Begleiter ächter Trachyte. Der Trachyt vom Drachenfels, im Siebengebirge am rechten Rheinufer „kann in jeder Beziehung als eine wahre Normal-Felsart für den Begriff betrachtet werden.“ Es kommt darin großer Kali- und kleiner Natronfeldspath wie im porphyrischen Granit vor, dem er auch durch seine großen glasigen Feldspathzwillinge so auffallend gleicht. Freier Quarz ist nicht vorhanden, außer in kleinen Klüften. Nach Hr. vom Rath kommen allein in dem kleinen Siebengebirge drei Trachyt-Abtheilungen vor: Drachenfelser mit Tridymithöhlen, großen Kalifeldspäthen und kleinen Oligoklasen; Wolkenburger, worin nur Oligoklase mit Hornblende herrschen; Rosenauer mit 78 $\ddot{S}i$ enthält nur glasigen Orthoklas (Sanidin) mit bläulichem Chalcedon auf den Klüften. Er kommt nur in Geschieben vor, und gleicht einem Klingstein, Jahrb. 1861. 358. Nach H. Mohr (Jahrb. 1866. 183) haben die Trachyte 10% Hohlräume, dieselben sollen durch Auslaugung der Basalte und Melaphyre künstlich hergestellt werden können, was mit eigentlichen Laven, ja selbst mit geschmolzenem Basalte nicht gelänge. Sie könnten daher niemals im Feuer gewesen sein ꝛc. Trachyt-Porphyr (Rhyolith) hat schon Beudant Ungarische Gesteine mit freiem Quarz genannt, welche ältern Porphyren überaus gleichen, aber durch ihr Vorkommen mit Perlstein sich als vulkanisch zu erkennen geben.

Domit nannte Buch (Geognost. Beobacht. II. 244) die erdigen zerreiblichen Trachyte, in welchen aber kleine glänzende Orthoklaskrystalle mit Plagioklasen liegen. Neuerlich haben auch die Haufwerke von Tridymitblättchen pag. 254 noch die Aufmerksamkeit auf sie gelenkt. Das Gestein findet sich besonders ausgezeichnet am Puy-de-Dôme. Nur untergeordnet kommt in vulkanischen Gegenden der Trachyte granitoide (Sanidinit, Sanidinbomben) vor, der wie der Dolerit aus lauter Krystallen besteht, hauptsächlich aus glasigem Feldspath und Nadeln schwarzer Hornblende: die Findlinge am Lachersee mit Hauyn und Nosean, oder vom Vesuv ꝛc. sind sehr bekannt.

Andesit (Buch, Pogg. Ann. 37. 189) hießen früher ausschließlich die amerikanischen Trachyte, welche die gewaltigsten Vulkangipfel der Erde in der Cordillerenkette bilden. „Es sind bald mehr bald weniger dichte, „bisweilen beinahe zerreibliche Gesteine von grobkörnigem Bruch, welche „in einer krystallinischen Grundmasse von dunkelgrauer Färbung eine „große Menge von kleinen, selten die Größe einer halben Linie erreichen-

„den Krystallen, von Albit" enthalten, wie sie auch im Trachyt des Drachenfels vorkommen. Die vermeintlichen Albite, an dem einspringenden Winkel auf dem Blätterbruch P erkennbar, wurden dann später als kieselärmere Plagioklase bestimmt. Hin und wieder kommen zwar kleine Feldspäthe vor, aber dem Albit nur untergeordnet. Das Gestein bildet den Dom des Chimborasso, die zerrissenen Gipfel und zackigen Ränder eingestürzter so wie die Kegelberge der noch thätigen Vulkane. Hr. Abich fand es dann am Elbrouz, Kasbek, Ararat, wo die Gipfel häufig vom Blitze geschmolzen sind, Fulguritandesit. Damit war dann das vermeintliche Gesetz, daß nur die Neue Welt solche Gesteine haben sollte, wieder aufgehoben.

Trachy-Dolerit nennt Abich den Kranz von Felsen, der mit einer Höhe von 1000′—1800′ den Pic von Teneriffa umgibt. Es ist ein Gemisch von Trachyt- und Augitlaven.

In den Ungarisch-Siebenbürgischen Karpathen und den Nordamerikanischen Cordilleren reicherten die trachytischen Gesteine in ihrer großen Mannigfaltigkeit das Gebirge mit den edelsten Erzen an. H. v. Richthofen (Jahrb. geol. Reichsanst. 1860. 92) hat zuerst die Ungarischen, und später die Amerikanischen (Ztschr. d. geol. Ges. 1868. 672) zwar einer systematischen Benennung unterworfen, allein ein Blick auf die herrliche Gesteinssammlung, welche wir der Kaiserlichen Geol. Reichsanstalt danken, zeigt wie unendlich schwierig es ist, den Bestimmungen ohne örtliche Vergleichung zu folgen.

Propylite (*πρόπυλον* Vorhof) bahnten gleichsam den folgenden Trachyten den Weg. Sie sehen den Grünsteinen (Diorit) sehr ähnlich, und wurden bei Schemnitz immer dafür gehalten. Die älteren Quarz-Propylit nannte Stache Dacit (Dacia der Römer). Hornblende-Propylit hält wesentlich Oligoklas, und ist den Teschenite von Teschen und den Timaciten (Banatiten) verwandt. Augit-Propylite mit Hornblende und Augit treten besonders am Ostabhange der Sierra Nevada auf.

Rhyolithe (*ῥυέω* fließen) sind äußerst mannigfaltige Quarz-Andesite mit und ohne freie Kieselerde, und einer Grundmasse von Kalifeldspath, worin sich dann auch Oligoklas und andere accessorische Minerale ausscheiden können. Wie schon Beudant erkannte, gehören dazu die Ungarischen Perlite, Mühlsteine mit ihrem Alaungehalte ꝛc. Als Unterabtheilungen hebt man dann wieder granitische (Nevadit), porphyrische (Liparit) und lithoidische Rhyolithe hervor, und faßt ebenso die Andesite und Trachyte im engern Sinne als Familiengruppen auf.

Die Massenausbrüche sämmtlicher Gesteine werden dann sehr bestimmt dem Alter nach fixirt, sie brachen alle vor dem Basalt hervor, Propylit begann, Andesit, Trachyt und Rhyolith folgten der Reihe nach.

Lava.

Darunter versteht man hauptsächlich Augitlaven, deren graulich schwarze Masse auffallend an Basalt erinnert. Eine solche ausgezeichnete

Lava bildet der Mühlstein von Niedermending bei Meyen in Rheinpreußen, durch den blauen Hauyn pag. 433 den Mineralogen so bekannt. Schon Theophrast § 40 nennt solche „schwarze Bimsteine" von Sicilien lapis molaris, und Agricola 614 unterscheidet sie sehr wohl von den quarzigen Mühlsteinen. Denn Laven mit eckigen Poren eignen sich besonders zum Zermalmen weicherer Substanzen. Wenn Feldspath vorkommt, so ist es Kieselerdearmer Labrador oder Anorthit; auf Thera soll unter den Mikrolithen Albit dominiren (Jahrb. 1876. 874). An der Somma und im Albanergebirge spielen die Leucitlaven (Leucitophyre) eine bedeutende Rolle. Sehr rauhe poröse Gesteine, in welchen die Leucitoeder ringsum gebildet in großer Menge zerstreut liegen. Unendlich groß ist die Zahl der Analysen, und mannigfach ihre Deutung, im Allgemeinen sind die Augitlaven aber Kieselerdeärmer als die Trachytlaven.

Der Gegensatz von Feldspath- und Augitgesteinen, welcher in der Basalt- und Lavengruppe so deutlich hervortritt, hat in neueren Zeiten Bunsen (Pogg. Ann. 83. 197) zu einer Hypothese verleitet, die viel Lockendes hat, so schwer auch die Durchführung des Beweises werden mag. Der geistreiche Chemiker, gestützt auf zahlreiche Analysen Isländischer Gesteine behauptet, daß es auf jener großen Vulkaninsel trotz der Mannigfaltigkeit der Laven nur zwei Hauptgruppen gebe, deren extreme Glieder seien normal

	trachytisch	oder	pyroxenisch
Kieselerde	76,67	„	48,47
$\ddot{A}l$ und $\ddot{F}e$	14,23	„	30,16
Kalkerde	1,44	„	11,87
Magnesia	0,28	„	6,89
Kali	3,20	„	0,65
Natron	4,18	„	1,96

Die trachytischen entsprechen fast genau einem zweifach sauren Gemenge von Thonerde- und Alkali-Silicaten, in denen Kalk, Magnesia und Eisenoxydul bis zum Verschwinden zurücktritt. Der Sauerstoff der Säure verhält sich zu dem der Basen wie 3 : 0,596, in den augitischen wie 3 : 1,998, letztere sind also entschieden basisch. Durch Vermischung dieser beiden Extreme sollen nun sämmtliche Laven Islands entstanden sein, was auf einen doppelten Heerd in der Tiefe hinweisen würde, deren Spiel seit dem Hervortauchen der Insel fortgedauert haben müßte. Ja die Gänge scheinen dieß sogar handgreiflich zu machen: so setzt in einem der südöstlichen Thaleinschnitte des Esjagebirges, Mosfell gegenüber, ein Trachytgang durch das dortige conglomeratische Augitgestein. Der Trachyt in der Mitte des Ganges gehört zum normal trachytischen Gesteine von weißer Farbe, nach der umschließenden Gebirgsart hin wird er allmählig dunkeler und eisenhaltig, und am Salbande besteht er deutlich aus einem Gemisch trachytischer und pyroxenischer Masse, wie chemische Analyse und Augenschein bewies.

Würde diese Ansicht durchschlagen, die Bunsen noch mit mehreren

Beispielen anderer Orte (Ararat) beweist, so hätte in Zukunft die Gesteinsbestimmung ganz andere Wege einzuschlagen: es käme dann nicht mehr auf diese oder jene unbedeutende Verschiedenheit in der Mengung an, die zu so vielen Namen Veranlassung gegeben hat, sondern man müßte nach möglichst reinen Gesteinen suchen, die durch die Art ihres Auftretens z. B. im Centrum eines großen Gebirgsstockes zugleich einige Bürgschaft gäben, daß sie den ursprünglichen Bildungen möglichst nahe kämen, und von ihnen ausgehend müßte dann die Erklärung erst die minder wichtigen Gebirgsmassen treffen. Indeß liegt hierin, wie in allen Hypothesen, die sich auf so schlüpfrigem Boden bewegen, auch wieder eine große Gefahr.

Die Gläser haben wir oben pag. 468 genügend abgehandelt. Sie sind meistens sauer, und schließen sich daher an die Trachyte an, doch kommen auch in den basaltischen Laven vor, wie das berühmte Pele's Haar auf den Sandwichsinseln, das durch Sturm erzeugt wird, nach Art der Schlackenwolle (Dingler's Polyt. Journ. 1877 Bd. 223 pag. 70), wobei ein bloßer Dampfstrom auf einen Schlackenstrahl bläst. Die elastischen Fäden sinken bis auf 0,01 mm herab, und enthalten wie der Tachylit pag. 470 kaum über 51 Kieselerde.

G. Tuffe.

Das Wort Tuff wird doppelsinnig gebraucht: einmal versteht man darunter Niederschläge des Wassers, wie Kieseltuff pag. 259, Kalktuff pag. 502; dann aber auch die sogenannten Vulkanischen Tuffe, welche in größter Menge und Mannigfaltigkeit auftreten. Speiende Vulkane ergießen nicht blos glühende Lavenströme, welche zu Stein oder Glas erhärten, sondern sie werfen auch Schlackenstücke als Bomben, Lapilli, Asche in ungeheuren Massen aus, die sich um den Berg herum ablagern, und jene ganz eigenthümliche Art unkrystallinischer Trümmergesteine (Agglomerate) bilden, woran das Wasser keinen unmittelbaren Antheil nahm. Bunsen (Pogg. Ann. 83. 219) glaubt sogar nachweisen zu können, daß die Palagonittuffe pag. 456 metamorphische Bildungen seien, welche durch Einwirkung der glühenden Augitlaven auf Kalk- oder Alkalienreiche Gesteine gebildet würden. Denn es komme Palagonit, wenn man feingeriebenen Basalt in einen großen Ueberschuß von geschmolzenem Kalihydrat einträgt, und das gebildete überschüssige Kalisilicat mit Wasser übergießt. Die ausgelaugte und durch Abschlämmen erhaltene hydratische nach dem Trocknen pulverförmige, schon mit der schwächsten Säure gelatinirende, durch Kohlensäure und Schwefelwasserstoff leicht zersetzbare Substanz stimmt mit dem reinsten Isländischen

$$\text{Palagonit} = \dot{R}^3 \dddot{S}i^2 + 2 (\dddot{F}e, \dddot{A}l) \dddot{S}i + 9 \dot{H}.$$

Dabei entwickelt sich eine namhafte Menge reinen Wasserstoffs, dessen Ausscheidung auf der Oxydation der Eisenoxydulsilicate zu Eisenoxydsilicaten beruht, und die auf Kosten des im Kalihydrate enthaltenen Wasser-

atomes vor sich geht. Folge davon ist, daß in den Palagoniten jede Spur von Eisenoxydul fehlt. Daraus ließe sich das Vorkommen von gediegenem Kupfer pag. 701 in den Mandelsteinen erklären, was aus flüchtigem Chlorkupfer reducirt sein würde. Wenn also blos durch Berührung der Augitlaven mit Kalkgebirgen sich Tuffe erzeugen, so würde die Erklärung der mächtigen Basalttuffe unserer schwäbischen Alb nicht mehr so unübersteigliche Schwierigkeiten darbieten.

Bunsen zeigt nun weiter, daß das Palagonitische Tuffgebirge wesentlich ein Gemenge von zweierlei Sachen sei: das eine seien wasserfreie Gebirgsbrocken, deren Zusammensetzung genau mit den normal pyroxenischen Gesteinen pag. 961 übereinstimmt; dieselben wurden von der andern Substanz eingehüllt, die von amorpher Beschaffenheit wesentlich aus zweierlei wasserhaltigen Silicaten von der Form

$$\dot{R}^3 \ddot{S}i^2 + aq \text{ und } \ddot{R}^3 \ddot{S}i + aq$$

bestünde. Beide Glieder scheinen sich in verschiedenen Verhältnissen mit einander zu mischen: der Palagonit besteht aus $\dot{R}^3 \ddot{S}i^2 + 2\ \ddot{R}^3 \ddot{S}i + aq$ und ein Tuff der Chatham-Inseln aus $\dot{R}^3 \ddot{S}i^2 + \ddot{Al}\ \ddot{S}i + aq$. Sie sind aber alle zwei ohne Wasser genommen nichts anderes als verändertes Pyroxengestein.

Wie die Basalte und Basaltischen Laven, so umgeben sich auch die Melaphyre mit Tuffen, was namentlich die zeolithischen Mandelsteinbildungen beweisen. Dieselben seien auf Island lediglich durch glühende Laven erhitzte Tuffe, wobei sich dieselben in ein eisenreiches Silicatgestein verwandelten, welches die Grundmasse der Mandelsteine bildet, und in ein eisenfreies: nämlich die schönen farblosen bis schneeweißen Zeolithe pag. 401. Die Spaltung in eisenfreie und eisenhaltige Silicate hat zwar etwas Auffallendes, läßt sich aber auch künstlich hervorbringen und verfolgen, wenn man Erbsen- bis Haselnußgroße Stücke erhitzt bis sie äußerlich glühen, und dann im Mikroskop bei 40facher Vergrößerung untersucht. Nimmt man dazu nun noch die zersetzende Wirkung der Gase, so sieht man wohl ein, wie Gesteine gänzlich ihren ursprünglichen Charakter aufgeben können, ohne daß Wasser einen wesentlichen Einfluß darauf geübt hätte.

Was den augitischen Gesteinen, Aehnliches widerfährt nun auch den feldspäthigen. Die Trachyte, die Klingsteine (Oberschwaben) umgeben sich ebenfalls mit ganzen Bergen von Trachyt- und Klingsteintuffen, selbst bei den Gläsern spricht man von einem Pechthonstein, Bimsteintuff rc. Der Traß im Brohl- und Nettethal der Eifel, schon von den Römern als Baustein verwendet, und die berühmte Pozzolanerde bei Neapel sind solche Tuffgebilde. Je älter jedoch das Gebirge wird, desto mehr wachsen die Schwierigkeiten in der Erklärung, zumal da hier Anzeichen vulkanischer Thätigkeit nicht ausgeprägt sind. Jedenfalls umgeben sich die rothen und grünen Porphyre mit einem ganz tuffartigen Gestein. Die graulich weißen, graulich rothen rc. Thonsteine und Thonporphyre sind solche Dinge, über deren genaue Bestimmung man so häufig in Verlegenheit ist. Nicht min-

der lebhaft wird man bei den Grünsteinen, welche sich zu unförmlichen Kugeln absondern, erdig zerfallen, oder wohl gar geschichtet mit Thonschiefer wechseln (Dillenburg), an solche metamorphischen Gesteine erinnert. Dieselben werden sogar auch porös, nehmen in ihre Poren Kalkspath auf (Blatterstein), und was dergleichen Modificationen mehr sind.

In den Alpen, wo Glimmer- und Talkschiefer eine große Rolle spielen, findet man eine Reihe sogar Petrefactenführender Bildungen, welche einige für durch Feuer verändertes Sedimentgestein halten, andere aber für Gebirgstrümmergesteine, die unter Einfluß von Wasser sich erzeugt haben. Endlich erleidet auch der

Granit nicht selten sehr großartige Zersetzung: das ganze Gebirge löst sich zu Grus und Sand, der wie Schutt über einander fällt, ohne daß die einzelnen Mineraltheile wesentlich gelitten hätten, obgleich sie dadurch sich etwas aufschließen, denn ein Theil wird bereits in Säure löslich, und kann zur Wassermörtelbereitung benützt werden (Explic. Cart. géol. France I. 121). Wenn solche Trümmer vom Wasser ergriffen aber ganz in der Nähe abgelagert werden, so bilden sich Gesteine, die dem ursprünglichen Granit außerordentlich nahestehen (Arcose), wie z. B. in Centralfrankreich oder in der Steinkohlenformation des Schwarzwaldes. Das Auffallende bei solchen Verwitterungen ist das, daß nicht selten einzelne Partieen der Zerstörung widerstehen, andere nicht, und in Folge dessen die Granitberge sich mit mächtigen Blöcken überdecken (Steinmeere), die man auch wohl als Trümmer des bei der Erhebung zersplitterten Gebirges genommen hat.

Sobald die Feldspaththeile des Granites ihren Kaligehalt verlieren, zerfallen sie zu Porzellanerde, und sind so die Ursache jener weit verbreiteten Thonformation, die im Sedimentärgebirge eine der Hauptrollen spielt.

H. Sedimentärgebirge.

Dasselbe ist im Wesentlichen ein Wasserabsatz aus zertrümmerten und abgerollten Gebirgsstücken, die oft weite Wege gemacht haben, ehe sie zur Ruhe kamen, zumal wenn sie als feiner Sand und Schlamm im Wasser sich suspendirt erhalten konnten. Sehen wir von den Blöcken, Geschieben und Geröllen ab, die nur in einigen wenigen Formationen (Diluvium, Nagelfluhe, Todtliegendes) Bedeutung erlangen, so sind es hauptsächlich dreierlei:

Sand, Kalk, Thon,

welche herrschen. Der Sand besteht vorzugsweise aus kleinen abgerollten Quarzstücken, und hin und wieder finden sich Feldspath, Glimmer, Magneteisen und andere Mineralreste darin zerstreut. Da der Quarz das härteste und unzersetzbarste unter den gewöhnlichen Gesteinen ist, so war er am geeignetsten, sich durch alle Revolutionen hindurch zu erhalten, und wenn er auch als der feinste Staub in der Braunkohlenformation

und als Flugsand an den Meeresküsten angekommen ist, so bleibt er doch immer Quarz, der vielleicht zum größten Theil schon zur Uebergangszeit krystallisirte. Wenn

Sandsteine, die besonders rein in der Quadersandsteinformation und im Braunkohlengebirge auftreten, nicht Kieselerde selbst als Bindemittel haben, so sind die Körner durch Kalk oder Thon aneinander geheftet. Der Sandstein wird dadurch kalkig, thonig, mergelig.

Kalksteine wurden schon pag. 498 weitläufiger erwähnt, sie nehmen an der Bildung des Sedimentärgebirges einen wesentlichen Antheil, sind dann aber mit den Thonen und Sandsteinen auf das mannigfachste gemengt. Endlich kommen die

Thonschichten, welche aus Zersetzung der Silicate hervorgegangen als mechanischer Niederschlag von Schlamm und Schlick hauptsächlich die Schichtung und Schieferung repräsentiren, und gleichsam die Grundmasse des ganzen Flözgebirges bilden. Das Wichtigste davon haben wir pag. 455 abgehandelt, weil die Thone von jeher als eine besondere Sippschaft der Minerale angesehen wurden; und einige darunter treten allerdings so selbstständig auf, daß man sie wenigstens als Vermittler zwischen Felsen und Mineralen ansehen darf. Besondere Schwierigkeit machen die Thonschiefer pag. 467, die sich unmittelbar an die krystallinischen Glimmerschiefer anreihen: dem Auge erscheinen sie wie Schlamm, als mechanische (klastische) Gebilde; aber das Mikroskop entdeckt darin noch feine Krystallspuren, die auf eine chemische Umbildung hindeuten. Die Naturalien schließen sich eben nach keiner Seite hin völlig ab, und machen dem Systematiker um so größere Sorge, je mehr er sich in die Sache vertieft.

Krystallographische Uebersicht.

Da die Form den Mineralogen das wesentlichste Kennzeichen liefert, so ist es nicht unpractisch, die Minerale auch nach ihrem Krystallsystem zu klassificiren.

I. Reguläres System.

1) Granat pg. 333 Granatoeder herrscht vor. Uwarowit pg. 337.
2) Diamant pg. 355, oktaedr. Blätterbruch, gerundete 48flächner herrschen.
3) Spinell pg. 374, Oktaeder, häufig Zwillinge, wie Magneteisen pg. 746.
4) Analcim pg. 411, das Leucitoeder herrscht, aber Würfel fehlt nicht.
5) Faujasit pg. 418, bildet zierliche Oktaeder.
6) Leucit pg. 429, nur im Leucitoeder, wird jetzt angezweifelt.
7) Lasurstein pg. 432, nebst Sodalith pg. 434 mit sechsfach blättrigem Bruch im Granatoeder. Lehnt sich dadurch an Blende pg. 846.
8) Helvin pg. 452 ausgezeichnet tetraedrisch.
9) Wismuthblende pg. 453, Pyramidentetraeder mit Zwillingen.
10) Flußspath pg. 553, Würfel herrscht, aber mit dem ausgezeichnetsten blättrigen Oktaeder. Yttrocerit pg. 557.
11) Würfelerz pg. 584, der blättrige Würfel herrscht, Tetraeder untergeordnet.
12) Boracit pg. 609, Würfel und Granatoeder mit Anfängen tetraedrischer Hemiedrie. Rhodizit pg. 610.
13) Steinsalz pg. 620, Würfel mit deutlich blättrigem Bruch herrscht, Sylvin pg. 626. Salmiak pg. 628; Hornerz pg. 614, Jodsilber pg. 615, Embolit pg. 616.
14) Alaun pg. 651, unter den künstlichen Salzen wohl die wichtigsten Oktaeder.
15) Gold pg. 678, (Electrum) nebst Silber und Kupfer, sich durch dendritische Zwillinge pg. 698, auszeichnend. Platin pg. 704, Palladium pg. 707, Iridium pg. 707 ebenfalls regulär. Eisen pg. 710.
16) Amalgam pg. 697, ausgezeichnete Granatoeder mit vielen Flächen, daher auch Quecksilber regulär.
17) Magneteisen pg. 746 und dessen Verwandte Franklinit, Chromeisen ꝛc. krystallisiren Spinellartig. Magnoferrit, Periklas pg. 752.
18) Pyrochlor pg. 800, ausgezeichnete Oktaeder. Pyrrhit pg. 800. Zweifelhaft. Uranpecherz pg. 801.
19) Rothkupfererz pg. 802 mit blättrigem Oktaeder. Granatoederflächen.
20) Weißarsenik pg. 809, Senarmontit pg. 808 ausgezeichnete Oktaeder.
21) Schwefelkies pg. 813, Typus für Pyritoeder, woran sich

Glanzkobalt pg. 831, Hauerit pg. 827 (Manganglanz), Nickelglanz pg. 835 und Nickelantimonglanz pg. 836 anschließen. Vergleiche auch Salpetersaures Blei pg. 634 und Chlorsaures Natron pg. 673.

22) Speiskobalt pg. 829 nebst Tesseralkies pg. 831 vorherrschend würflig. Kobaltkies pg. 832 oktaedrisch. Arsenniknickel pg. 835 selten krystallisirt.

23) Bleiglanz pg. 839, würfelig blättrig am ausgezeichnetsten unter allen Mineralen. Oktaeder und Würfel herrschen. Cuproplumbit pg. 844. Selenblei pg. 845, Selenquecksilberblei pg. 845 2c. ebenfalls würfelig blättrig. Tellurblei pg. 737.

24) Blende pg. 846. Sechsfach blättriger Bruch im Granatoeder, die große Deutlichkeit einzig in ihrer Art. Granatoeder, Oktaeder mit Neigung zum Tetraedrischen. Meist Zwillinge.

25) Glaserz pg. 866, Oktaeder und Granatoeder rauhflächig. Selensilber pg. 868 dreifach blättrig. Tellursilber? pg. 737.
Kupferglas pg. 881, Selenkupfer? pg. 883, Eukairit? pg. 883.

26) Buntkupfererz pg. 879, bauchige Würfel. Cuban pg. 879.

27) Fahlerz pg. 885, das ausgezeichnetste Tetraedrische Beispiel.
Binnit pg. 894, Zinnkies pg. 896.
Berzelin pg. 416, Glottalith pg. 422, Tritomit pg. 447, Voltait pg. 653, Perowskit pg. 789, Eisennickelkies pg. 824, Nickelwismuthglanz pg. 836, Kalium, Silicium pg. 744.

II. Viergliedriges System.

Findet sich nicht besonders häufig. Gewöhnlich gibt man den Endkantenwinkel des Hauptoktaeders an.

1) Vesuvian pg. 337, 129° 21′. Zweite quadratische Säule etwas blättrig. Niemals Zwillinge. Gehört zu den ausgezeichnetsten.

2) Zirkon pg. 377, 123° 19′, der viergliedrige Edelstein bildet das zweite wichtigste Beispiel des Systems. Oerstedtit pg. 378, Thorit pg. 448.

3) Ichthyophthalm pg. 417, 104° 2′. Sehr blättrige Geradendfläche, der viergliedrige Zeolith. Edingtonit pg. 409 soll tetraedrisch sein.

4) Skapolith pg. 425, 136° 7′, man sieht ihn meist nur in etwas blättrigen Säulen ohne Ende. Humboldtilith, Sarkolith, Nuttalith, Mizzonit, Dipyr sind selten ausgezeichnet, und Gehlenit pg. 427 bildet blos würfelartige Formen.

5) Chiolith pg. 559, 108° 23′; Kryolith dagegen eingliedrig.

6) Kupferuranglimmer pg. 597, 95° 46′, ausgezeichnet blättrige Tafeln. Kalkuranglimmer dagegen versteckt zweigliedrig.

7) Gelbbleierz pg. 603, 99° 40′, meist Tafeln. Isomorph mit Scheelbleierz 99° 43′ und Tungstein 100° 40′, welche sich durch eine Hemiedrie ihrer Vierkantner auszeichnen.

8) Hornquecksilber pg. 617, 98° 8′, künstliche Krystalle in deutlichen Säulen. Sellait MgFl, 122° 12′, klare Oktaeder, Savoyen.

9) Hornblei pg. 617, 107° 17′, Matlockit pg. 618.

10) Zinn pg. 729, 140° 25′, künstliche Krystalle, deutliche Oktaeder. Einzig unter den gediegenen Metallen. Isomorph mit Bor pg. 744.

11) Hartmangan pg. 773, 109° 53′, kleine Oktaeder den regulären ähnlich.

12) Scharfmangan pg. 773, 105° 25′, blättriger Querbruch, Fünflinge.

13) Zinnstein pg. 776, 121° 35′, meist Zwillinge. Isomorph mit Rutil pg. 781, 123° 8′, dessen erste quadratische Säule die blättrigste des ganzen Systems bildet Sechs- und Achtlinge.
14) Anatas pg. 785, 97° 56′, Oktaeder herrscht. Titanoxyd trimorph.
15) Fergusonit pg. 799, 100° 28′, hemiedrisch, wie Scheelbleierz und Tungstein. Tyrit pg. 799.
16) Nickelspeise pg. 837, viergliedrige Tafeln, Kunstproduct.
17) Blättererz pg. 864, ausgezeichnet blättrige Tafeln.
Die geschwefelten Metalle haben sonst kein sonderlich deutliches viergliedriges System aufzuweisen.
18) Kupferkies pg. 875, 109° 53′, tetraedrisch, streift aber an das reguläre System heran, und überzieht Fahlerz, Blende, Bleiglanz.
19) Honigstein pg. 938, 118° 14′, ausgezeichnete Oktaeder; Oxalit? pg. 939. Xenotim pg. 586, Romeit pg. 608, Azorit pg. 799, Melinophan pg. 454.

III. Dreiundeinaxiges System.

Zerfällt in eine dreigliedrige (rhomboedrische) und sechsgliedrige (dihexaedrische) Abtheilung, die freilich sich beide nicht immer scharf von einander scheiden lassen.

a) **rhomboedrisch** in ausgezeichnetem Grade sind:

1) Turmalin pg. 391, 133° 26′, mit einer merkwürdigen Hemiedrie. Es ist der rhomboedrische Edelstein.
2) Chabasit pg. 409, 94° 46′, große Neigung zu Zwillingen, der rhomboedrische Zeolith. Vergleiche auch Levyn, Gmelinit, Herschelit.
3) Dioptas pg. 450, 95° 33′, einfache dreigliedrige Dodekaide.
4) Kalkspath pg. 478, 105° 5′, das ausgezeichnetste aller rhomboedrischen Systeme, mit sicherer dreigliedriger Entwickelung. Isomorph mit Bitterspath, Spatheisen, Manganspath, Galmei ꝛc.
5) Beudantit pg. 584, Rhomboeder 91° 18′, Svanbergit.
6) Kupferglimmer, pg. 594, 69° 12′, sehr blättrige Geradendfläche.
7) Natronsalpeter pg. 633, 106° 33′, ausgezeichnete künstliche Rhomboeder. Wächst auf Kalkspath fort.
8) Rhomboedrische Metalle pg. 730: Wismuth, Antimon, Arsenik, Tellur. Tellurwismuth pg. 736, Palladium pg. 707, Osmiridium pg. 708.
9) Zinnober pg. 851, 71° 47′, blättrige Säule, Rhomboeder herrschen.
10) Rothgiltigerz pg. 869, 107° 36′—108° 30′, die Enden der Säulen häufig rundkantig. Xanthokon pg. 872.

b) **Dihexaedrisch** in ausgezeichnetem Grade sind:

1) Quarz pg. 222, 133° 44′. Die eigenthümliche Hemiedrie ist stets durch das vollflächige Dihexaeder gestützt, mag dasselbe auch selbst wieder ein Dirhomboeder sein.
2) Beryll pg. 384, 151° 5′, Säulen herrschen, doch zeigen die Enden öfter ausgezeichnete dihexaedrische Vollflächigkeit.
3) Nephelin pg. 428, 139° 19′, meist nur in Säulen bekannt.
4) Apatit pg. 561, 142° 20′, bildet das entwickeltste und unzweideutigste sechsgliedrige System, trotz der Anfänge von Hemiedrie. Isomorph mit

Buntbleierz pg. 567 und Vanadinbleierz pg. 601.
5) Magnetkies pg. 822, Krystalle höchst selten. Geradendfläche blättrig.

c) Eine **Mitte zwischen Rhomboeder und Dihexaeder** bilden:

1) Korund pg. 365 mit blättrigem Rhomboeder 86° 6', aber sehr ausgebildetem Dihexaeder. Damit isomorph
2) Eisenglanz pg. 752, woran das Rhomboeder 85° 58' zwar herrscht, aber das Dihexaeder gewöhnlich nicht fehlt, wie beim Titaneisen pg. 759. Vergleiche auch das künstliche Chromoxyd pg. 751.
3) Phenakit pg. 390. Rhomboeder und Dihexaeder mischen sich in ausgezeichneter Weise. Vergleiche auch Willemit pg. 450.

d) **Zweifelhaft** oder **unwichtig** sind:

1) einaxiger Glimmer pg. 292: Chlorit pg. 293, Talk pg. 295 scheinen entschieden rhomboedrisch. Margarit pg. 302 und was daran hängt: Cronstedtit, Sideroschisolith, Pyrosmalith pg. 304 rc. Brucit pg. 302, Hydrargillit pg. 370.
2) Cancrinit pg. 435, blättrige sechsseitige Säule.
3) Parasit pg. 447, das Dihexaeder 120° 34' gleicht einer Säule.
4) Willemit pg. 450 und Troostit sind rhomboedrisch.
5) Eudialyt pg. 453, Rhomboeder 73° 40'.
6) Kataplejit pg. 455, dihexaedrisch.
7) Fluocerit pg. 557, sechsseitige Tafeln.
8) Coquimbit pg. 649, Säule mit Dihexaeder.
9) Alaunstein pg. 465, kleine Rhomboeder mit Geradendfläche.
10) Eis pg. 655 nebst Hagel und Schnee.
11) Graphit pg. 743, in talkartigen Blättern.
12) Rothzinkerz pg. 806, blättrige Säule mit korundartigem Dihexaeder.
13) Plattnerit pg. 811, sechsseitige Tafeln.
14) Kupfernickel pg. 833, dihexaedrisch, Antimonnickel pg. 834, Haarkies pg. 835.
15) Molybdän pg. 837, krummblättrige Tafeln.
16) Greenockit pg. 850, blättrige Säule. Wurtzit, Voltzit pg. 850.
17) Polybasit pg. 869, dreigliedrige Tafeln, wie Eisenglanz.
18) Kupferindig pg. 882, sechsseitige Tafeln.
Schwefelsaures Kali pg. 639, Cerit pg. 446.

IV. Zweigliedriges System.

Zur schnellen wenn auch unvollkommenen Einsicht genügt es, blos den Säulenwinkel anzugeben. Ein wesentliches Beimerkmal liefern die Zwillinge. Das System kommt am häufigsten vor:

1) Olivin pg. 320, 130° 2', meist gestreifte Oblongtafeln. Hyalosiderit, Monticellit, Eisenfrischschlacke, Humit pg. 324. Afterkrystalle von Serpentin pg. 299.
2) Dichroit pg. 328, 120°, daher von dihexaedrischem Aussehen. Pinit pg. 330, Libenerit, Gieseckit pg. 331 rc.
3) Staurolith pg. 347, 129° 20', merkwürdige Durchkreuzungszwillinge herrschen, daher vielleicht hektoedrisch.

4) Andalusit pg. 352, 90° 50′, die einfachen Säulen erinnern an das viergliedrige System. Chiastolith pg. 353, Couzeranit pg. 354.
5) Chrysoberyll pg. 371, 129° 38′, auffallend Olivinähnlich, Drillinge.
6) Topas pg. 379, 124° 20′, der zweigliedrige Edelstein, blättriger Querbruch, großer Flächenreichthum. Gehört daher zu den ausgezeichnetsten Beispielen. Nie Zwillinge.
7) Faserzeolith pg. 402, 91° (Natrolith, Mesolith, Comptonit), wohl von 2 + 1gliedrigem Scolecit pg. 404 zu unterscheiden. Vergleiche auch Okenit pg. 418, 122° 19′.
8) Strahlzeolith pg. 405, 94° 15′, zweigliedrige Dodecaide, mit einem ausgezeichneten Blätterbruch, vorzugsweis der zweigliedrige Zeolith.
9) Prehnit pg. 420, 100°, meist tafelförmig mit Hahnenkammbildung.
10) Ilvait pg. 441, 111° 12′, langgestreifte Säulen mit oktaedrischen Enden.
11) Kieselzinkerz pg. 448, 103° 56′, hemiedrisch. Hopeit pg. 450.
12) Wöhlerit pg. 454, 90° 18′, vielflächige gelbe Oblongtafeln.
13) Aragonit pg. 515, 116° 16′, Zwillinge bis Vierlinge herrschen, ein ausgezeichnet typisches System, woran sich schließen: Tarnowitzit pg. 522, Manganocalcit, Witherit, Alstonit pg. 523, Strontianit pg. 525, Weißbleierz pg. 526, Zinkbleispath pg. 528.
14) Anhydrit pg. 537, würfelige Stücke mit dreierlei Blätterbrüchen.
15) Schwerspath pg. 541, 101° 40′, tafelförmige Krystalle mit 2 + 1blättrigem Bruch, niemals Zwillinge. Ausgezeichneter Typus, woran sich Cölestin pg. 546, Vitriolblei pg. 548 anschließen.
16) Herderit pg. 571, blättrige Säule 115° 53′ mit dihexaedrischem Ansehen.
17) Wavelit pg. 573, 122° 15′, nur excentrisch fasrig, Childrenit pg. 574.
18) Triphylin pg. 578, blättrige Säule 133°, verwittert.
19) Skorodit pg. 583, 99° 30′, meist verzogen. Haidingerit pg. 582.
20) Struvit pg. 586, mit auffallender Hemiedrie.
21) Olivenerz pg. 593, Oblongoktaeder. Linsenerz pg. 595, Euchroit pg. 596, Brochantit pg. 596, Salzkupfererz pg. 618, Halblasurblei pg. 552, Mendipit pg. 618.
22) Salpeter pg. 631, 119° 24′, Aragonitartige Zwillinge. Thermonitrit pg. 637.
23) Schwefelsaures Kali pg. 638, 120° 24′, mit dihexaedrischem Typus. Schwef. Natron pg. 639, chromsaures Kali pg. 675 ꝛc.
24) Bittersalz pg. 641, 90° 38′, tetraedrische Hemiedrie, wie Tauriscit pg. 643, Zinkvitriol. Nickelvitriol pg. 643 trimorph: 4glied., 2glied. 2 + 1gliedrig!
25) Unterschwefelsaures Natron pg. 671, 90° 38′. Salpetersaures Uranoxyd pg. 672, Weinsaurer Kalk pg. 667.
26) Antimonsilber pg. 733, gestreifte Säulen, öfter Drillinge.
27) Schwefel pg. 738, 101° 56′, liefert die ausgezeichnetsten Rhombenoktaeder; dimorph. Jod pg. 744.
28) Braunmangan pg. 769, 99° 40′, gestreifte Säulen, isomorph mit Brauneisen pg. 762, Diaspor pg. 370; cf. Graumangan pg. 771.
29) Brookit pg. 787, 99° 50′, gestreifte Tafeln. Arkansit pg. 788. Zweigliedriges Zinnoxyd pg. 777.

30) Columbit pg. 795, 100° 40′, gestreifte Oblongsäulen. Vielleicht isomorph mit Wolfram pg. 791, Samarskit pg. 796. Vergleiche Polykras, Euxenit, Mengit, Aeschynit pg. 789, 127° 19′, Polymignyt pg. 789, 109° 46′, Tantalit pg. 797.
31) Weißspießglanz pg. 807, blättrige Tafeln, isomorph mit zweigliedriger arseniger Säure pg. 809.
32) Binarkies pg. 816, 106° 2′, Zwillinge herrschen. Isomorph mit Arsenikkies pg. 824, 111° 53′. Kobaltarsenikkies, Glaukodot.
Arsenikalkies pg. 826, 122° 26′, Weißnickelkies pg. 827.
33) Grauspießglanz pg. 853, 90° 45′, mit einem Hauptblätterbruch und isomorph mit
Wismuthglanz pg. 860 und Rauschgelb pg. 861.
Dimorphin pg. 863, Zinkenit pg. 857, Querspießglanz pg. 857, Dufrenoisit pg. 856.
34) Schrifterz pg. 865, 110° 48′, meist fehlen die Enden.
35) Sprödglaserz pg. 868, 115° 39′, häufig Zwillinge.
36) Weißgiltigerz pg. 874, Sternbergit pg. 874.
37) Kupferglas pg. 880, 119° 35′, Zwillinge, isomorph mit Akanthit pg. 867 und Silberkupferglanz pg. 882. Scheerer vermuthet einen Trimorphismus, da das Kupferglas von Bygland in Tellemarken einen deutlichen Blätterbruch hat.
38) Bournonit pg. 889, 93° 40′, Zwillinge machen die Krystalle schwierig; Schilfglaserz pg. 892. Kupferantimonglanz pg. 892, 135° 12′, Enargit pg. 893, 98° 11′.
Fluellit pg. 559, Kalkuranglimmer pg. 598, Descloizit pg. 602, Weinstein pg. 668, Contunnit pg. 618, Bleiglätte pg. 811.

V. Zweiundeingliedriges System.

Reich an ausgezeichneten Beispielen, und besonders wichtig für das Verständniß der Zonenlehre.

1) Feldspath pg. 260, 118° 48′, blättrige Brüche der Säule ungleich, was dem 2 + 1gliedrigen Systeme widerspricht. Zwillinge und Vierlinge.
2) Glimmer pg. 291, vermöge der Aetzfiguren, aber nach den Winkeln nicht sicher. Klinochlor pg. 288.
3) Hornblende pg. 305, 124° 30′, sehr blättrige Säule; Tremolith, Anthophyllit, Arfvedsonit.
4) Augit pg. 309, 87° 6′. Akmit, Rhodonit schließen sich vollkommen an. Kastor pg. 286. Weiter entfernt sind Spodumen pg. 286, und noch weiter Diallag pg. 318. Hypersthen und Bronzit scheinen zweigliedrig.
Wollastonit pg. 319, gewendet 2 + 1gliedrig. Chondrodit pg. 328.
5) Epidot pg. 340, 109° 20′, gewendet 2 + 1gliedrig. Gadolinit pg. 443, Orthit pg. 444, Allanit, Cerin, Bucklandit pg. 446, Petalit pg. 285 schließen sich an.
6) Euklas pg. 388, 115°, der 2 + 1gliedrige Edelstein, mit einem ausgezeichneten Blätterbruch T = b : ∞a : ∞c.
7) Blätterzeolith pg. 406, der 2 + 1gliedrige Zeolith. Auch Epistilbit

pg. 407 und Beaumontit pg. 408 zu vergleichen. Unter den Faserzeolithen ist Scolecit pg. 402 wohl entschieden 2 + 1gliedrig.
Brewsterit pg. 408, Lomonit pg. 419, Haydenit pg. 411.
8) Kreuzstein pg. 413, lange für zweigliedrig gehalten, in der That aber feldspathartig, mit Zwillingen, Vierlingen und Zwölflingen, durch letztere sogar mit dem Regulärsystem in Beziehung tretend.
9) Datolith pg. 422, 76° 38′, ausgezeichneter Typus, Haytorit pg. 423.
10) Titanit pg. 358, der Alpinische stets in Zwillingen.
11) Gyps pg. 530, 111° 26′, drei ausgezeichnete Blätterbrüche. Schwalbenschwanzzwillinge. Barytocalcit pg. 524.
Ternärbleierz pg. 551 von rhomboedrischem Typus.
12) Vivianit pg. 575, 111° 6′, isomorph mit Kobaltblüthe pg. 580, Nickelblüthe pg. 581. Alle drei Gypsartig. Pharmakolith pg. 581. Monazit pg. 585, 95° 30′.
Wagnerit pg. 566, Hureaulit pg. 578, Blauspath pg. 573.
13) Kupferlasur pg. 588, 99° 32′, kurzsäulige verwickelte Krystalle.
Malachit pg. 590. Phosphorkupfererz pg. 592, Strahlerz pg. 596.
14) Rothbleierz pg. 598, 93° 30′, leicht erkennbare Krystalle.
Vauquelinit pg. 600.
15) Borax pg. 610, 87°, auffallend augitartig.
16) Soda pg. 635, Trona pg. 636, Gaylussit pg. 637, rothes Blutlaugensalz pg. 634, Glauberit pg. 643, Polyhalit pg. 644, Astrakanit pg. 644, Warthit pg. 645.
17) Eisenvitriol pg. 646, 82° 21′, von rhomboedrischem Typus. Botryogen pg. 648, Uranvitriol pg. 649.
18) Zucker pg. 664 und Weinsäure pg. 665 mit ihrer eigenthümlichen Hemiedrie; Grünspan pg. 668, Schwefelsaures Nickeloxydkali pg. 669 und Verwandte. Asparagin pg. 670, Oxalsaures Chromoxydkali pg. 672, Oxalsäure pg. 675.
19) Schwefel pg. 739 aus dem Fluß erstarrt, Feldspathartige Zwillinge. Selen pg. 742.
20) Wolfram pg. 791, Verwandtschaft zum Zwei- und Viergliedrigen.
21) Rothspießglanz pg. 855, Plagionit pg. 858.
22) Rauschroth pg. 862, 74° 26′, Krystalle zerfallen am Licht.
23) Miargyrit pg. 873, Feuerblende? pg. 873.
24) Oxalsaurer Kalk pg. 940, 100° 36′, Zwillinge. Hartit pg. 928.

VI. Eingliedriges System.

Bei weitem das ärmste, vielleicht wegen seiner großen Unsymmetrie.
1) Natronfeldspath pg. 274 und Kalkfeldspath pg. 280 schließen sich durch ihren Typus noch an Kalifeldspath an.
2) Babingtonit pg. 316, Pajsbergit, Fowlerit, Bustamit.
3) Axinit pg. 397 und Kupfervitriol pg. 650 bilden einen 2ten Typus.
4) Cyanit pg. 350 und doppelt chromsaures Kali pg. 674 sind durch einen ihrer Zwillinge eng verwandt. Sillimanit pg. 352.
5) Sassolin pg. 613 in künstlichen Krystallen.
6) Amblygonit pg. 570, 106° 10′, verwandt dem Montebrasit pg. 571.
7) Roselit pg. 580, kleine Krystalle lange für rhombisch und monoklin gehalten.

Litteratur.

Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Physikalische Classe. 1700 Leibnitz erster Präsident der Akademie. Anfangs erschienen die Abhandlungen als Miscellanea Berolinensia. Seit 1745 französisch: Histoire de l'Académie royale des Sciences et belles lettres de Berlin. Seit 1814 unentbehrlich durch die klassischen Abhandlungen von Prof. Weiß. Davon die wichtigsten:

Jahrg. 1814 pg. 289 Uebersichtliche Darstellung der verschiedenen natürlichen Abtheilungen der Krystallsysteme. 1861 pg. 231 Krystallographische Fundamentalbestimmung des Feldspathes; pg. 286 Bezeichnung der verschiedenen Flächen eines Krystallsystems. 1818 pg. 242 Theorie des Epidotsystems; pg. 270 über eine ausführliche Bezeichnung der Krystallflächen. 1821 pg. 145 Feldspath; pg. 195 Krystallsystem des Gypses. 1823 pg. 261 Theorie der 6+6 und 3+3 Kantner. Fortsetzung im Jahrg. 1840 pg. 137. 1826 pg. 93 Lehrsatz über die Theilung des Dreiecks. 1829 pg. 63 Haytorit. 1831 pg. 313 Staurolithsystem. 1834 pg. 623 Projection des Gypses. 1835 u. 1838 pg. 253 Feldspath in verschiedenen Stellungen projicirt. 1837 pg. 139 Theorie des Hexakis-Oktaeders. 1841 pg. 249 Krystallsystem des Euklases. 1843 pg. 171 über das Maß der Körperlichen Winkel.

Adam, Tableau minéralogique. Paris 1869.

Agricola, de natura fossilium. Ich habe die Baseler Ausgabe von 1657 citirt, worin sämmtliche Werke des berühmten Verfassers, der 1494—1555 lebte, abgedruckt sind, nämlich:

1) de re metallica libri XII.
2) de animantibus subterraneis liber I.
3) de ortu et causis subterraneorum libri V.
4) de natura eorum quae effluunt ex terra libri IV.
5) de natura fossilium libri X.
6) de veteribus et novis metallis libri II.
7) Bermannus sive de re metallica dialogus liber I.
8) Rerum metallicarum interpretatio, wegen der deutschen Namen interessant.

Agricola's mineralogische Schriften, übersetzt und mit Anmerkungen begleitet von E. Lehmann. Freiberg 1806—12. 4 Theile.

Albertus magnus de mineralibus et rebus metallicis. 1569.

Albinus, Meißnische Bergkchronica: darinnen fürnämlich von den Bergwerken des Landes zu Meißen gehandelt wird. Dresden 1590.

Annalen der Chemie und Pharmacie von Wöhler und Liebig. Seit 1832. Jährlich 4 Bände in monatlichen Heften.

Annales de Chimie. Paris 1789. Sous le privilège de l'Acadèmie. Bis 1815 erschienen 96 Bände. Seit 1816 nehmen sie den Titel an:

Annales de Chimie et de Physik von Gay=Lussac und Arago. Bis 1840 erschienen 75 Bände. Seit 1841 folgt die Troisième Sèrie bis zum 65ten Bande. Jährlich 3 Bände in monatlichen Heften.

Annales des Mines. Paris 1816. 1827 erschien die 2te ser.; 1832 die 3te ser.; 1842 die 4te ser.; 1852 die 5te ser. 2c.

Bauhinus, Historiae fontis Bollensis. Montisbeligardi 1598. Deutsche Ausgabe 1602. Eine dritte lateinische 1612.

Berzelius, Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie und Mineralogie. 1844 erschien der 23ste Jahrgang. Fortsetzung siehe bei Liebig.

Bischof, Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie 1847—1855; 2te Auflage 1863—1866; Supplementband 1871.

Blum, Lehrbuch der Oryktognosie. Mit Holzschnitten. 4te Auflage. Stuttgart 1874. Taschenbuch der Edelsteinkunde. Stuttgart 1832. Die Pseudomorphosen des Mineralreichs. Stuttgart 1843. Zweiter Nachtrag 1852. Dritter Nachtrag 1863. Lithurgik oder Mineralien und Felsarten nach ihrer Anwendung in ökonomischer, artistischer und technischer Hinsicht. Stuttgart 1840.

Blumenbach, Handbuch der Naturgeschichte. 12te Aufl. Göttingen 1830.

Breithaupt, Vollständige Charakteristik des Mineralsystem's. 3te Aufl. Leipzig 1832. Vollständiges Handbuch der Mineralogie. 1. Band. Allgemeiner Theil 1836. 3ter Band 1847. Die Paragenesis der Mineralien. Freiberg 1849.

Brewster and Jameson, The Edinburgh Philosophical Journal seit 1819. Beim 11ten Bande 1824 trennten sich die Schriftsteller: Brewster schreibt The Edinburgh Journal of Science und Jameson setzte die Schrift anfangs unter gleichem Titel, seit 1826 aber als Edinburgh new Philosophical Journal fort.

Brückmann, Abhandlung von Edelsteinen. 2te Aufl. Braunschweig 1773. Zweite Fortsetzung 1783.

Cappeler, Prodromus Crystallographiae 1723.

Collini, Journal d'un voyage. Mannheim 1776. Achatschleiferei bei Oberstein. Ausführlich Lange, die Halbedelsteine 1868.

Comptes rendus hebdomaires des séances de l'Académie des Sciences. Jährlich 2 Bände. Größere Abhandlungen werden in den Mémoires de l'Académie royale des sciences de l'Institut de France bekannt gemacht. Sie sind die Fortsetzung der Histoire de l'Académie royale des sciences 1666. Anfangs erschienen sie unregelmäßig, seit 1699 aber alljährlich 1 Band, jetzt 2 Bände.

Crell, Chemisches Journal 1778. Chemische Annalen. Helmstädt 1784. Schließt 1804.

Dana, a System of Mineralogy, 4. ed. New=York 1854, macht uns besonders mit den Amerikanischen Vorkommen vertraut. Das 9te Supplement in Silliman's Amer. Journ. 1861, B. 31 pg. 351; 5te ed. 1868.

Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Wien 1850. Nebst Sitzungsberichten der Kais. Akad. der Wissenschaften, Mathem. Cl. Wien 1848.

Des Cloizeaux, Manuel de Minéralogie, 1. Bd. Paris 1862, 2ter Bd. 1874.

Dufrénoy, Traité de Minéralogie. 3 Bände nebst einem Bande Kupfertafeln. Paris 1844—47; 2 édit. 1858.

Emmerling, Lehrbuch der Mineralogie. Gießen 1793—97. Ein Schüler Werner's, und Lehrer der Bergwerkswissenschaften auf der Universität Gießen. Für seine Zeit sehr vollständig. Der 3te Theil handelt von den Gebirgsarten.

Erdmann, Journal für Technische und Oekonomische Chemie. Leipzig 1823. Jährlich 3 Bände. Seit 1834 mit Schweigger's Journal für Chemie und Physik Nürnberg 1811—1833 verbunden unter dem Titel: Journal für praktische Chemie.

Frankenheim, Zur Krystallkunde. Leipzig 1869.

Frenzel, Mineralogisches Lexikon für das Königreich Sachsen. 1874.

Fuchs, die künstlich dargestellten Mineralien 1872. Harlemer Preisschrift.

Gilbert, Annalen der Physik. Halle 1799—1824. Band 1—76, worüber ein vollständiges Sach- und Namenregister von Heinrich Müller existirt. Sie bilden die Fortsetzung von Gren's Annalen und sind selbst wieder von Poggendorf fortgesetzt.

Girard, Handbuch der Mineralogie 1861.

Glocker, Handbuch der Mineralogie. Nürnberg 1831. Grundriß der Mineralogie mit Einschluß der Geognosie und Petrefaktenkunde. 1839.

Grailich, Krystallographisch-optische Untersuchungen. Wien. Preisschrift 1858.

Greg and Lettsom, Manual of the Mineralogy of Great Britain and Ireland. London 1858.

Groth, Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie 1877, 1stes Heft. Tabellarische Uebersicht der einfachen Mineralien 1874.

Gurlt, Uebersicht der pyrogenneten künstlichen Mineralien. Freiberg 1857.

Haidinger, Anfangsgründe der Mineralogie. Leipzig 1829. Handbuch der bestimmenden Mineralogie. Wien 1845; 2te Aufl. 1851. Geologische Uebersicht der Bergbaue der Oestreichischen Monarchie 1855, wichtig für Fundorte.

Hartmann, Handbuch der Mineralogie zum Gebrauche für Jedermann. 2 Bde. Weimar 1843. 1850 erschien ein Nachtrag. Nach den Vorlesungen von Prof. Weiß geordnet.

Haushofer, die Constitution der natürlichen Silicate nach den neuesten Ansichten der Chemie 1874.

Hausmann, Entwurf eines Systems der unorganisirten Naturkörper. Cassel 1809. Handbuch der Mineralogie. Göttingen 1813. Von der 2ten gänzlich umgearbeiteten Auflage erschien der 2te Theil mit 1660 Seiten 1847, und ist wegen der vollständigen Litteratur geschrieben mit der ausgezeichnetsten Sachkenntniß für den Mineralogen von Fach eine unentbehrliche Hilfsquelle.

Hill, Traité des pierres de Théophrast, traduit du Grec. Paris 1754. A history of Fossils 1748. Fol.

Hoffmann, Handbuch der Mineralogie, 4 Bände 1811—1817. Doch starb der Verfasser während der Herausgabe des 2ten Bandes den 15ten

März 1813; es wurde dann von Breithaupt fortgesetzt. Am Ende ist Werner's letztes Mineralsystem angefügt, aus dessen Nachlasse auf Ober-Bergamtliche Anordnung herausgegeben. Werner's Art der Darstellung kann man daraus am vollständigsten ersehen.

Jahrbuch der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt. Wien 1850. Jahrbuch schlechthin bedeutet Leonhard's Neues Jahrbuch.

Karsten, Mineralogische Tabellen mit Rücksicht auf die neuesten Entdeckungen. Berlin 1800. 2te Aufl. 1808.

Kayser, Beschreibung der Mineralien-Sammlung des H. Medicinalrath Bergemann in Berlin. Berlin 1834.

Kenngott, Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen in den Jahren 1844—49, Wien 1852; in den Jahren 1850 u. 51, Wien 1853; im Jahre 1852, Wien 1854. Bildet die Beilage zu dem Jahrbuch der K. K. geologischen Reichsanstalt. Erschienen dann als selbstständige Fortsetzungen 1856—61. Die Minerale der Schweiz 1866.

Klaproth, Beiträge zur chemischen Kenntniß der Mineralkörper. 6 Bändchen. Berlin 1795—1815. Nicht blos classisch wegen der ersten gründlichen Analysen, sondern auch für die Geschichte der Mineralogie großes Interesse darbietend.

Kluge, Handbuch der Edelsteinkunde. Leipzig 1860.

Knop, Molecularconstitution und Wachsthum der Krystalle 1867. System der Anorganographie 1876.

Kobell, Grundzüge der Mineralogie zum Gebrauche für Vorlesungen. Nürnberg 1838. Tafeln zur Bestimmung der Mineralien, 10. Aufl. 1873. Skizzen aus dem Steinreich. Geschrieben für die gebildete Gesellschaft. München 1850. Die Mineralogie. Populäre Vorträge. Frankfurt 1862. Geschichte der Mineralogie von 1650—1860, München 1864.

Köhler, Bergmännisches Journal 1788—1815. Werner nahm daran thätigen Antheil. Jährlich 2 Bände.

Kokscharow, Materialien zur Mineralogie Rußlands. Petersburg 1853—1875, 7 Bände. Für genaue Messungen wichtig. Vorlesungen über Mineralogie, Petersburg 1867.

Kopp, Einleitung in die Krystallographie. 2te Aufl. 1862.

Kurr, Grundzüge der ökonomisch-technischen Mineralogie. 3. Aufl. Leipzig 1851.

Leonhard, Taschenbuch für die gesammte Mineralogie, mit Hinsicht auf die neuesten Entdeckungen. Frankfurt a. M. 1807. Jährlich erschien 1 Band. Die ersten 10 Jahrgänge wurden 1817 in einer 2ten Auflage nochmals unverändert abgedruckt. Nach Vollendung des 18ten Bandes nahmen 5 Bände von 1825—29 den neuen Titel „Zeitschrift für Mineralogie" an. Seit 1830 hat sich Bronn dabei betheiligt, und es hieß jetzt Jahrbuch für Mineralogie. Aber erst seit 1833 nahm es eine vollendetere Gestalt an, und erschien jährlich in 6—8 Heften unter dem Titel: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde, Stuttgart 1833—62. Seit 1863 von G. Leonhard und H. B. Geinitz als Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie fortgesetzt. Vier Repertorien über die Jahrgänge 1830—39, 1840—49, 1850—59, 1860—69, erleichtern den Gebrauch. Schlechthin als Jahrbuch citirt.

Dr. v. Lasaulx, Elemente der Petrographie, Bonn 1875.
C. v. Leonhard, Handbuch der Oryctognosie. Heidelberg 1826. Wichtig für Litteratur. Populäre Vorlesungen über Geologie. Stuttgart 1836—44.
G. Leonhard, Handwörterbuch der Topographischen Mineralogie, Heidelberg 1843.
Lévy, Description d'une Collection de Minéraux, formée par M. Henry Heuland. Londres 1837. 3 Vol.
Liebig u. Kopp, Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie, Physik, Mineralogie und Geologie. Gießen 1848—61. Ersetzt die von Berzelius.
Miller, a treatise on Crystallography. Cambridge 1839. Die Mineralogy siehe bei Phillips.
Mohs, Leichtfaßliche Anfangsgründe der Naturgeschichte des Mineralreichs. 2te Aufl. Wien 1836. Der 2te Theil die Physiographie erschien nach Mohs Tode 1839, bearbeitet von Zippe. Siehe pg. 9.
Monticelli e Covelli, Prodromo della Mineralogia Vesuviana. Napoli 1825.
Naumann u. Cotta, Geognostische Beschreibung des Königreichs Sachsen und der angrenzenden Länderabtheilungen. Zweite unveränderte Ausgabe. 5 Hefte. 1845.
Naumann, Anfangsgründe der Krystallographie. Dresden 1841. Grundriß der Krystallographie 1826. Siehe pg. 9.
Nicol, Manual of Mineralogy 1849.
Pfaff, Grundriß der Mineralogie. Nördlingen 1860.
Phillips, an elementary introduction to the knowledge of Mineralogy. Wegen den mit dem Reflexionsgoniometer ausgeführten Messungen wichtig. Ich habe die 3te Auflage von 1823 benützt. Die neueste von Brooke und Miller, London 1852, hat eine ganz andere Gestalt angenommen. Miller führte darin seine Bezeichnungsweise ein.
Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Der erste Band erschien 1665 u. 1666. Jährlich ein Band.
Poggendorf, Annalen der Physik und Chemie, schließen sich an Gilbert an. Seit 1824 erschienen jährlich 3 Bände. Ueber die ersten 60 Bände von 1824—43 existirt ein vollständiges Namen- und Sachregister, über die andern im 75ten und 84ten wenigstens Namenregister. Außerdem sind noch 8 Ergänzungsbände und ein Jubelband vorhanden.
Reuß, Lehrbuch der Mineralogie. Leipzig 1801—1805, 3 Theile.
G. Rose, Mineralogisch-geognostische Reise nach dem Ural, dem Altai und dem Kaspischen Meere. 2 Bände. 1837 u. 42. Das Krystallo-chemische Mineralsystem 1852. Elemente der Krystallographie, nebst einer tabellarischen Uebersicht der Mineralien nach den Krystallformen, 2. Aufl. 1838; 3. Aufl. 1873 ed. Sadebeck.
Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigsten Minerale 1873.
Schrauf, Lehrbuch der Physikalischen Mineralogie. Wien 1866. 2ter Bd. 1868. Handbuch der Edelsteinkunde.
Schröder, Elemente der rechnenden Krystallographie. Klausthal 1851. Wendet die Projectionsmethode an.
Scheerer, Allgem. Journal der Chemie. Leipzig 1798. Von Gehlen,

Berlin 1803, unter dem Titel: Neues allgemeines Journal der Chemie bis 1810 fortgesetzt.

Silliman, The American Journal of Science and Arts. New-York 1818. Der 49ste Band erschien 1845. Der 50ste bildet den General-Index. Mit 1846 erschien die 2. ser.

Schubert, Abriß der Mineralogie. Erlangen 1853. Populär. Für biblische Steinnamen ausführlich.

Steffens, Vollständiges Handbuch der Oryctognosie. Halle 1811—24. 4 Bändchen und 1 Supplementband. Für seine Zeit sehr vollständig. Hebt manche interessante Seite der Wissenschaft hervor.

Tschermak, Mineralogische Mittheilungen seit 1871.

Vogelsang, Philosophie der Geologie und mikroskopische Gesteinsstudien 1867.

Websky, Mineralogische Studien: I. Die Mineralspecies nach dem spec. Gewicht geordnet. 1868.

Weisbach, Synopsis mineralogica. 1875.

Wiedenmann, Handbuch des oryctognostischen Theiles der Mineralogie. 1794.

Zirkel, Lehrbuch der Petrographie. 2. Bd. 1866. Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine. 1873.

Das Uebrige siehe in der Geschichte der Mineralogie pg. 1—9.

Register.

B.

H.

J.

K.

N.

Q.

T.

U.

V.